

**Универзитет у Београду  
Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију  
Одељење за Логопедију**

## **МАСТЕР РАД**

# **УТИЦАЈ ХОРМОНА НА КВАЛИТЕТ ГЛАСА**

Ментор:

Проф. др Мирјана Петровић Лазић

Студент:

Мина Кнежевић 2017/303

Београд, 2019

Ментор:

Проф. др Мирјана Петровић Лазић

Редовни професор Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију

Чланови комисије:

Проф. др Надица Јовановић Симић

Редовни професор Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију

Проф. др Миле Вуковић

Редовни професор Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију

## Садржај:

1. УВОД .....	4
2. Појам, дефиниција и структура гласа .....	6
2.1. Заснованост гласа.....	7
2.1.1. Биолошка заснованост гласа.....	7
2.1.2. Психолошка заснованост гласа.....	20
2.1.3. Лингвистичка заснованост гласа .....	21
2.1.4. Социјална заснованост гласа .....	22
3. Глас и особености гласа .....	23
4. Утицај хормона на квалитет гласа.....	29
5. Циљ истраживања,задаци и хипотеза .....	32
6. Методологија истраживања .....	33
6.1. Опис узорка .....	33
6.2. Мерни инструменти и процедура снимања .....	35
6.2.1. Опис варијабли које су коришћене у истраживању.....	36
6.3. Статистичка обрада података .....	42
6.4. Резултати истраживања .....	43
6.5. Дискусија .....	73
7. Закључак .....	75

## 1. УВОД

Говором човек изражава и вербализује своје мисли и осећања и кроз размену информација успоставља односе са другим људима (Петровић-Лазич, 2003). Глас је ларингеална модулација ваздушне струје плућа модификоване на нивоу вокалног тракта (Керамитчиевски, 1989).

Свакодневно се ослањамо на сопствени глас у интеракцији са другим људима, а здрав глас представља основу за јасну комуникацију. Али као што ходамо и не размишљамо о томе ми и говоримо не размишљајући о томе на који начин наше тело производи глас. Глас можемо користити у препознавању особа које су нам блиске, можемо стварати музику певањем, омогућава људима да вербално комуницирају, такође у гласу можемо осетити емоцију особе која га продукује. Свако има посебан глас, другачији од других, скоро као отисак прста, глас понекада може служити за идентификацију. Људски глас је састављен од мноштва различитих компоненти, које сваки глас чине другачијим.

Сваки пут када говоримо, наш глас открива пол, ниво едукације, емоционално стање, као и наш однос са саговорником. Сви ови трагови (и још много тога) су садржани у малим фрагментима говора, и други људи могу "читати" наше гласове са изузетном прецизношћу. Када говоримо ми шаљемо разне информације о себи, али и перципирамо и процесуирамо информације о другим људима. У току говора ми користимо речи, али и обликујемо речи користећи опсег и суптилност наших гласова. Људи који нас слушају не обраћају пажњу само на текст који изговарамо, већ и на прозодијске карактеристике гласа које користимо. Прозодија је веома важна, субтилна и моћна карактеристика хумане комуникације. Начин на који видимо друге, и како други виде нас, зависи у великој мери од онога што се чује у људском гласу.

Свакодневно се ослањамо на сопствени глас у интеракцији са другим људима, а здрав глас представља основу за јасну комуникацију. Али као што ходамо и не размишљамо о томе ми и говоримо не размишљајући о томе на који начин наше тело производи глас. Глас можемо користити у препознавању особа које су нам блиске, можемо стварати музику певањем, омогућава људима да вербално комуницирају, такође у гласу можемо

осетити емоцију особе која га продукује. Свако има посебан глас, другачији од других, скоро као отисак прста, глас понекада може служити за идентификацију. Људски глас је састављен од мноштва различитих компоненти, које сваки глас чине другачијим.

Стварање гласа је акција једног нераздвојног система. Већ сам почетак тона зависи од јединствене акције респирације, фонације и адаптације резонантних и артикулаторних шупљина на произведен тон. Треба координирати све покрете мишића фонацијског апарата, јер није могуће уклонити напоре у нивоу ларинкса ако респирација не може да да потребан ослонац вокалном акту; не могу се резонантне шупљине добро адаптирати на произведен тон ако је функција осталих фонацијских органа неадекватна (Цвејић, 1994).

Нормалан глас, који обезбеђује ефективну говорну комуникацију треба да буде пријатан за слушање, да поседује одговарајућу равнотежу усног и носног резонатора, да буде довољно гласан, основна фреквенција говора треба да одговара узрасту и полу. Глас треба да поседује одговарајуће модулације, темпо говора не сме нарушавати основне карактеристике нормалног гласа (Петровић-Лазећ, 2008).

Начин на који користимо глас мења се кроз сва животна раздобља, рано детињство, детињство, зрелост и старост. Промене у гласу повезане су са биолошким, когнитивним, социјалним и емотивним сазревањем. Беба плачем изражава глад, бол и незадовољство. Плач детета има своју сврху и то је основни вид његове комуникације. Гукање дете користи да изрази задовољство, срећу и уживање. И плач и гукање одражавају способност детета да контролише свој глас и своје окружење. Како расту деца користе глас за продукцију говора и комуникацију. Око 18. године глас постаје зрелији. У овом добу појединац има пуну контролу над гласом и способан је да користи више варијанти висине и гласног изражавања. Структура и функција ларинкса пропадају са годинама нарочито у познијем животном добу када долази до разарања целуларног, структуралног и нервног интегритета ларингеалног система (Петровић-Лазећ, 2008).

Постоји велики број оштећења гласа и говора, чији је основни узрок у поремећајима централног и периферног нервног система. Код неуролошких болесника промене у гласу се могу испољити у виду промена у висини, регистру, интензитету и ритму гласа. Важно је рећи да поремећаји гласа код оштећења централног и периферног нервног система могу

бити пратећи, доминантни, или рани симптоми неке болести. Рехабилитација ових пацијената углавном се састоји у смањењу хиперкинезије фонацијских органа.

## **2. Појам, дефиниција и структура гласа**

Глас је звук којим се оглашавају жива бића, а који је произведен специјалним органима фонације и поседује одређене физичке и музичке квалитете. Феномени говора су занимали људе од памтивека, па је проучавање ових процеса и њихово међусобно повезивање старо колико и људска историја.

Човек је од раније поседовао одређене системе комуникације, који су му омогућавали да преживи у борби за опстанак. Сигурно је да је човек у току еволуције морао систем гестикулације, као најизраженији, допунити и заменити ефикаснијим системом, као што је употреба гласа и говора. Развојем централног нервног система, човек је руке оспособио за рад уместо за кретање, а делове дисајног и дигестивног пута за продуковање најпре звучних сигнала, који су се временом претворили у говор, као највише и најефикасније средство комуникације (Петровић- Лазић, 2008).

Глас је као појава и одређена способност људи од давних времена био предмет интересовања научника, али и даље не постоји опште прихваћена дефиниција гласа. Под гласом се у најширем смислу подразумевају најразличитији звуци произведени у човековом гласовном органу. У литератури (Керамитчиевски, 1989) се наводе следеће дефиниције:

- Глас је звук којим се оглашавају жива бића, а који производе специјални органи фонације;
- Глас је ларингеално генерирање звука;
- Глас је ларингеална модулација ваздушне струје плућа модификоване на нивоу вокалног тракта;
- Глас је ларингеална вибрација плус резонанција;
- Глас подразумева: фонацију- резонанцију- артикулацију- акценат- опсег звука.

Извор гласа представљају гласнице које својим вибрирањем доводе до периодичног згушњавања и разређивања ваздушне струје. Звук настао у гркљану распростире се на све стране унутар организма и само један део излази у спољашњу средину ваздушним стубом кроз усни отвор и стиже до ува слушалаца, а истовремено и до ува особе која врши емисију тона.

Говорећи о термилошким потешкоћама и проблемима у дефинисању, Перкинс (Перкинс, 1977) покушава да дефинише четири термина са намером да се смањи конфузија која влада у овом научном подручју:

-Вокал (vocal) употребљен у фразама као што су вокална функција, вокални апарат, упућује на процес фонације, односно активности ларинкса у генерисању звука;

-Глас (voice) означава компоненту сваког звука који се продукује у органу фонације и саставни је део вокала или звучног консонанта или смеха али не и безвучног консонанта;

-Говор (speech) представља сваки произведен звук употребљен унутар лингвистичког кода, док се на пример кашаљ и смех не могу сматрати говором;

-Звук (sound) означава сваки звук произведен било којим процесом и у било коју сврху.

## **2.1.Заснованост гласа**

Људски глас, као комплексни систем има биолошку, психолошку, лингвистичку и социјалну заснованост (Петровић-Лазих, 2008).

### **2.1.1. Биолошка заснованост гласа**

Органи који непосредно учествују у произвођењу гласа представљени су ефекторним комуникативним системом. Ефекторни комуникативни систем чине четири механизма: *респираторни, фонаторни, резонаторни и артикулаторни.*

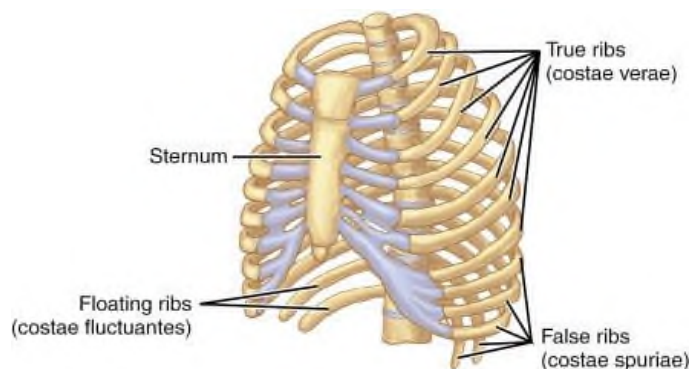
#### **Органи респирације (активатор гласа)**

Примарна улога респирацијских органа је да омогући нормалан процес дисања. У суштини ови органи представљају активатор гласа. Фонација захтева посебну контролу експиријума која је потпуно независна од нормалног механизма и ритма дисања.

Да би се процес дисања могао нормално одвијати, органи који учествују у овом акту морају имати чврст ослонац, који чине коштане структуре (Петровић-Лазих, 2008).

Коштане структуре чине кичмени стуб (*columna vertebralis*), карлица (*pelvis*) и грудни кош (*thorax*).

Грудни кош (Слика 1.) представља важан део активатора гласа у коме су смештена плућа. На предњој страни грудног коша налази се грудна кост (*sternum*) која је преко ребара повезана са грудним делом кичменог стуба. Ребра су са кичменим стубом везана зглобовима који им дозвољавају одређене покрете.

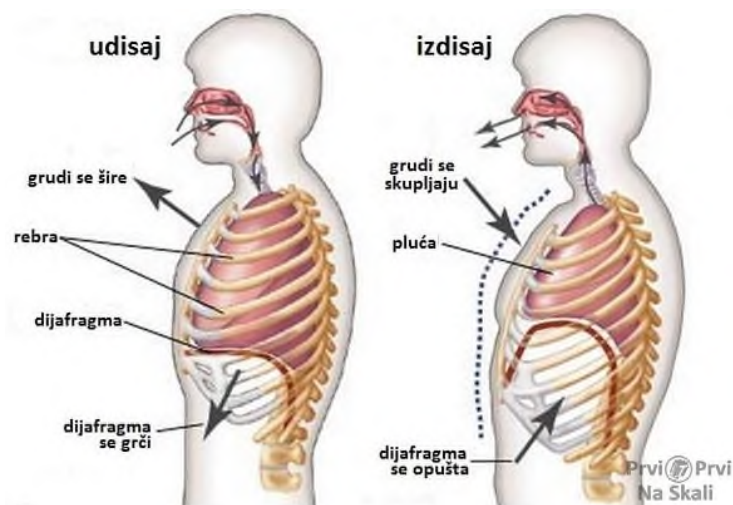


Слика 1.

Дејством дисајних мишића, у првом реду радом дијафрагме, грудни кош мења своју запремину и на тај начин се остварује у плућима нижи и виши притисак од атмосферског. Захваљујући насталим негативним и позитивним разликама у односу на атмосферски притисак, ваздух продире у плућа и истискује се из њих. Приликом инспирације, удахнути ваздух се засићује воденом паром и загрева се до телесне температуре у току проласка кроз респирацијски део дисајног пута (Петровић-Лазич, 2008).

Респирацијске мишиће чине мишићи удисачи и мишићи издисачи. Дијафрагма је најважнији мишић удисач. При контракцијама мишића дијафрагме, цела дијафрагмална купола се спушта наниже, увећавајући на тај начин запремину грудног коша. У акту удисања органи трбушне дупље бивају потиснути надоле, напред и бочно, а целу акцију прате мишићи трбушног зида. Експирација се одвија захваљујући великој еластичности плућног ткива које тежи да се скуп што је више могуће. Експирацијска мускулатура у овим случајевима спречавајући брзо скупљање плућног ткива, омогућава одређивање брзине експирације (Слика 2.).





Слика 2.

За правилну респирацију и фонацију од великог значаја су дисајни покрети грудног коша и трбушног зида. У зависности од тога који се део више покреће, описује се неколико типова дисања.

Косто-клавикуларно дисање се назива још и високи тип дисања. При удисању се подижу кључна кост и ребра, односно грудни кош, дијафрагма се пасивно подиже, а предњи део трбушног зида се увлачи према трбушној дупљи. Овај тип дисања је присутнији код жена.

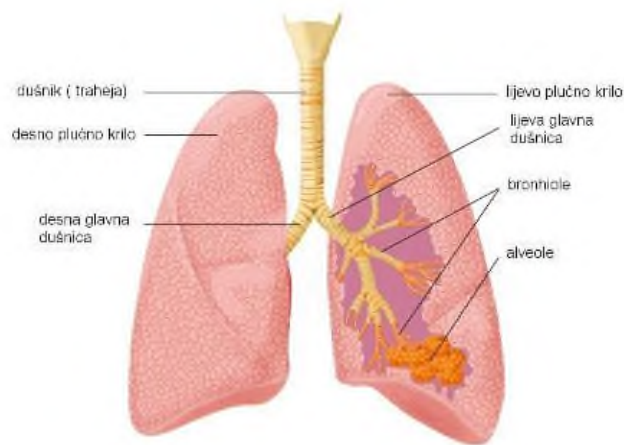
Абдоминално дисање је такав тип дисања приликом кога долази до ширења трбушног зида напред и у страну, а дијафрагма се знатно спушта надолу. Овај тип трбушног дисања је присутнији код мушкараца.

Косто-абдоминално дисање је најправилније дисање. При удисању се шири доњи део грудног коша и горњи део трбушног зида, док се истовремено дијафрагма спушта наниже (Петровић-Лазих, 2008).

Трахеобронхијално стабло чине душник и бронхи. Душник представља овалну хрскавичаво-мембранозну цев која се наставља на гркљан. Лумен душника је шири од лумена гркљана и стално је отворен. Састоји се од хрскавичавих прстенова који су међусобно спојени везивним ткивом. Бронхи настају рачвањем душника на десни и леви бронх. Они снабдевају ваздухом одговарајуће плућно крило. Имају исту хистолошку грађу као и душник. Главни бронхи се рачвају у лобарне бронхе, а ови у сегментарне и даље до ситних терминалних бронхиола, које се завршавају плућним алвеолама (Слика 3.).

Плућа се налазе у грудној дупљи и представљају део органа за дисање у коме се врши размена гасова. Човек има два плућна крила. Плућно крило има облик купе чији је врх окренут на горе а база положена на дијафрагму. На унутрашњој страни сваког плућног крила налази се хилус, кроз који пролазе бронхи, плућни крвни судови и нерви.

Плућна марамица (pleura) обавија оба плућна крила. Унутрашњи лист плућне марамице срастао је са плућним ткивом, а спољашњи са зидовима грудног коша. Захваљујући херметички затвореном простору између листова плеуре омогућено је лако кретање плућа при дисању, и стварање негативног притиска у грудној дупљи. Када дође до повреде плућне марамице, долази до изједначења спољашњег притиска и притиска у грудном кошу, што онемогућава ширење плућног ткива при удисају. Оваква оштећења не само што онемогућавају фонацију, већ угрожавају и живот човека (Петровић-Лазич, 2008).



Слика 3.

### Активирање гласа

Органи респирације обезбеђују активирање гласа кроз дисање. Покрети дисања су аутоматски. Погрешан механизам дисања оптерећује неуромускулаторни систем активатора, генератора и резонатора, те после краћег или дужег времена настају пролазна или трајна оштећења гласа. У добро контролисаној фонацији главну улогу има ослонац гласа "апођо", који представља регулисање координације покрета мишића удисача и издисача.

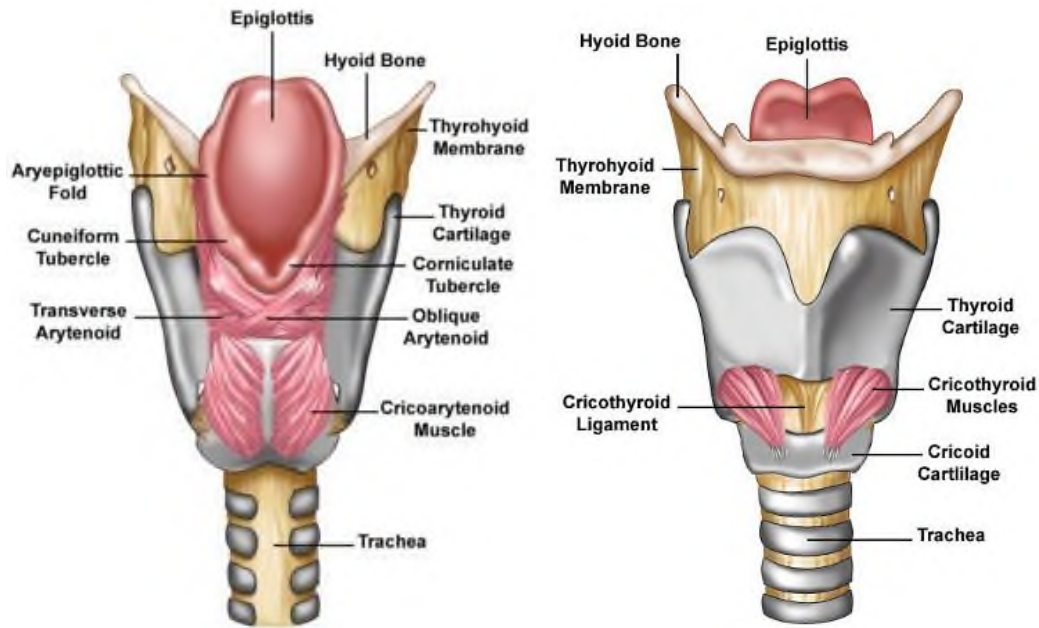
За технике говорног и певаног дисања од посебне важности су следеће чињенице:

- за квалитетну фонацију важнија је контролисана експирација од повећања виталног капацитета, као што се доскора сматрало;
- превелика количина удахнутог ваздуха и јака инспирација нарушавају аутоматизме квалитетне експирације;
- превелика напетост мишића грудног коша и трбуха доводи до брзог замора и поремећаја у активирању гласница, тј. у фонацији;
- положај и стање напетости врата, грудног коша и трбуха условљавају квалитетну респирацију, говорно и певано дисање;
- погрешан механизам говорног и певаног дисања, не само што проузрокује лош квалитет гласа, већ доводи до поремећаја на нивоу свих органа фонације.
- распоред напетости мускулатуре фонаторног и респираторног механизма је од пресудног значаја за лаку, економичну и квалитетну фонацију.
- префонаторни положај гласница такође битно утиче на правилно функционисање респираторног механизма (Петровић-Лазих, 2008).

### **Органи фонације (генератор гласа)**

Најважнији орган фонације је гркљан (larynx). Гркљан је генератор гласа. Примарна функција гркљана је респираторна, док је њена фонаторна функција секундарна. Ларинкс је почетни део доњих дисајних путева, смештен је у предњем делу врата у висини између трећег и шестог вратног пршљена. У горњем делу везан је за подјезичну кост, на доле се наставља душником, назад је обухваћен мишићима ждрела, а са стране штитном жлездом као и великим крвним судовима и нервима врата (Петровић-Лазих, 2008).

Гркљан је једна активна хрскавичави цев, састављена из неколико парних и непарних хрскавица. Ови хрскавичави елементи су међусобно повезани зглобовима, мишићима и везивним ткивом. Унутрашња страна гркљана обложена је слузницом а предња страна је прекривена кожом и поткожним ткивом. Величина гркљана зависи од пола, узраста и индивидуалних особина човека (Слика 4.).



Слика 4.

### Хрскавице гркљана

Хрскавичави скелет ларинкса састоји се од три непарне и неколико парних хрскавица (Слика 5.).

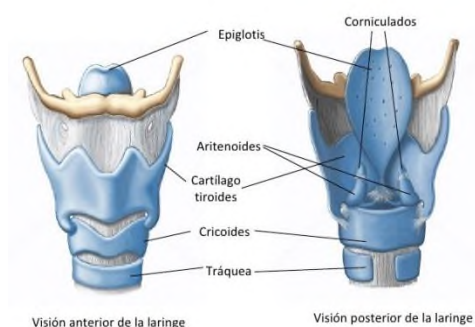
Штитаста хрскавица (*Cartilago thyreoidea*) је највећа хрскавица гркљана, облика је штита. На горњем делу споја ламина штитасте хрскавице налази се избочење (ротум *Adami*) као и усек који се може лако напипати. На свакој ламини налазе се два хрскавичава израштаја - горњи рогови (*cornu superior*) и доњи рогови (*cornu inferior*) који се зглобљавају са прстенастом хрскавицом гркљана.

Прстенаста хрскавица (*Cartilago cricoidea*) је облика прстена. Предња страна (*arcus*) је узана а задња страна (*lamina*) је знатно шира. На ламини се налазе зглобне површине за зглобљавање са аритеноидним хрскавицама, а на аркусу за зглобљавање са доњим роговима штитасте хрскавице. Ова хрскавица је значајна за одржавање лумена и скелета гркљана.

Епиглотис (*Cartilago epiglottica*) је непарна хрскавица гркљана и има облик овалног листа са дршком окренутом надоле, која је усађена у усек на споју двеју ламина штитасте хрскавице. Епиглотис наткриљује улаз у лумен гркљана и заштићује дисајне путеве при гутању. Он има и значајну улогу у фонацији, јер директно утиче на формирање облика и

величине уласка у ларинкс и облик фарингеалног резонатора. Овакве промене положаја епиглотиса су омогућене захваљујући његовој вези са базом језика, тако да епиглотис прати покрете базе језика при гутању и при фонацији.

Аритеноидне хрскавице (*Cartilago arytenoidea*) су парне хрскавице гркљана. Оне су облика тростране пирамиде, чија је база зглобљена са прстенастом хрскавицом. На свакој аритеноидној хрскавици виде се два јасно изражена наставка - вокални наставак (*processus vocalis*) и мишићни наставак (*processus muscularis*). На вокалном наставку се припаја мишић гласнице (*m.thyreoarytenoideus*), а на мишићном наставку примицачи и одмицачи гласница (Петровић-Лазих, 2008).



Слика 5.

### Зглобови гркљана

Покретљивост гркљана омогућавају два функцијски веома важна зглоба са обе стране гркљана и то: крикотиреоидни и крикоаритеноидни зглоб.

Крикотиреоидни зглоб је зглоб између доњег рога штитасте хрскавице и прстенасте хрскавице, он омогућава ротацију гркљана око хоризонталне осовине.

Крикоаритеноидни зглоб је зглоб између прстенасте хрскавице и аритеноидних хрскавица. Овај зглоб има велики значај за фонацију и респирацију, јер су у њему омогућени покрети примицања једне гласнице другој (фонацијски положај) и одмицање гласница од средње линије гркљана (респирацијски положај) (Петровић-Лазих, 2008).

Покрети у зглобу су ротација око вертикалне осовине аритеноидне хрскавице и клижење аритеноидних хрскавица у смислу њиховог примицања односно одмицања (Петровић-Лазих, Косановић, 2012).

## Мишићи гркљана

За нормално извођење покрета у гркљану, у току фонације, мора постојати потпуна координација рада свих мишића - како спољашњих, тако и унутрашњих група синергичког и антагонистичког дејства.

Спољашњи мишићи гркљана омогућавају подизање, спуштање, фиксацију и суспензију гркљана. Они се углавном припајају за грудну и подјезичну кост.

Унутрашње мишиће гркљана чине: абдуктори и адуктори.

1. Абдуктори - одмицачи омогућавају отварање глотиса, што је од значаја за дисајну функцију. Најзначајнији је *musculus cricoarytenoideus posterior* (Слика 6). Контракција влакана овог мишића повлачи мишићни наставак аритеноидне хрскавице уназад, долази до окретања аритеноида око вертикалне осовине па се и вокални наставци крећу према споља, повлачећи задње делове гласница у поље, ширећи глотис.



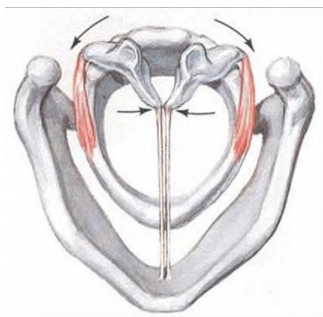
Слика 6.

2. Адуктори - примицачи својим контракцијама примичу гласнице до средње линије гркљана, затварајући глотис. Ту спадају:

- *musculus cricoarytenoideus lateralis* који својом контракцијом повлачи мишићни наставак аритеноидне хрскавице напред и тиме примиче вокални наставак према средњој линији гркљана (Слика 7.);

- *musculus interarytenoideus* привлачи обе аритеноидне хрскавице према средњој линији и на тај начин доводи до затварања задњег дела глотиса (Слика 8.);

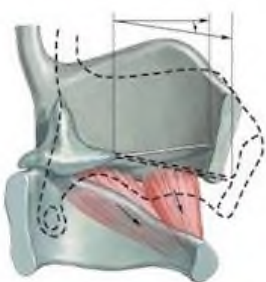
- *musculus thyroarytenoideus* својим спољашњим делом затеже гласнице и донекле ротира аритеноиде према средњој линији гркљана



Слика 7.



Слика 8.



Слика 9.



Слика 10.

3. Тензори – затезачи: *Musculus cricothyroideus – anterior* је мишић који примиче прстенасту и штитну хрскавицу у предњим деловима, па се тим маневром директно затежу гласнице (Слика 9.). *Musculus thyreoarytenoideus – vocalis*, познат је као унутрашњи затезач гласница (Слика 10.).

Затварачи и отвараачи лумена гркљана: Ови мишићи својим контракцијама доводе до сужења улаза у гркљан, што се види у случајевима одбрамбене реакције организма од продора страних тела у дисајне путеве (Петровић-Лазих, Косановић, 2008).

## Шупљина гркљана

Шупљина гркљана се простире од ариепиглотичних набора до доње ивице прстенасте хрскавице, одакле се простире лумен душника. Лумен гркљана је помоћу вентрикуларних и вокалних набора подељен на три спрата.

*Plica ventricularis* - вентрикуларни набор је овално симетрично избочење у лумену гркљана. Састоји се из спољашњег дела тиреоаритеноидног мишића и од вентрикуларног лигамента који чини део еластичне мембране гркљана. Ови набори активно учествују у оформљењу и обликовању шупљине гркљана где се одвија почетна резонанца и импеданца гласа.

Plisae (Chordae) vocales - гласнице су тракасти мишићно - везивни набори који се пружају од угла штитасте хрскавице до вокалног наставка аритеноидне хрскавице. Гласнице имају слојевиту структуру.

Између вентрикуларних набора и гласница налази се ventriculus Morgani, који представља удубљење у зиду гркљана које према спољашњој страни досеже до тиреоаритеноидног мишића. Човеков Morganijev ventrikul се може сматрати као рудиментаран орган (Петровић-Лазих, Косановић, 2008).

### **Генерисање гласа**

Генерисање гласа при нормалном стању анатомије и физиологије ларинкса остварује се радом гласница, тј. функцијом органа фонације уз синхроно дејство органа респирације и резонатора. Гркљан као орган, поред биолошких функција дисања и заштите доњих дисајних путева од продирања страних тела у њих, има значи и функцију генерисања гласа.

Функција генерисања гласа је веома сложена. Омогућена је финоћом грађе и физиологије гркљана који је преко мишићних група и везивног ткива непосредно или посредно везан за остале органе. Вибраторност гласница настаје дејством ларингеалне структуре и функцијом респираторног механизма.

Уколико се приликом описивања вибраторног циклуса гласница, пође од тренутка када су гласнице у положају аддукције, редослед догађаја је следећи (Милутиновић, 1990): Експираторна ваздушна струја наилази на отпор, субглотични притисак расте и када његова вредност превазиђе отпор гласница оне се отварају, пропуштајући ваздушну струју према фаринксу. На овај начин се притисак смањује, а гласнице враћају у полазни положај. То се дешава делом захваљујући еластичности гласница, а делом као последица Бернулијевог ефекта.

Када се гласнице поново нађу у положају адукције циклус се понавља. Односи између дужине, масе и напетости гласница с једне стране и субглотичног притиска са друге одређују вредност потребног повећања величине притиска који је потребан да би се надвладао отпор глотиса. То одређује и брзину отварања и затварања глотиса. Како смо већ истакли средња вредност висине говорног гласа код мушкараца износи око 130 Hz, а код жена око 250 Hz.



Код продукције дубоких тонова гласнице су релативно млитаве, а за време затворене фазе циклуса, површине којима су гласнице у међусобном контакту су простране.

Када се субглотишни притисак повећава контакт између гласница се губи, почевши од нивоа доње ивице гласнице, према горе, да би се на крају изгубио у нивоу горњих површина гласница. У том тренутку доње ивице гласница поново почињу да се затварају. Последица оваквих покрета је вертикална фазна разлика. Уколико се тон снижава, на доњем крају распона гласа јавља се феномен "шкрипавог гласа", кога карактеришу дужи и краћи периоди гласа. Дугу фазу циклуса прате две отворене у оквиру једног циклуса вибрација (Петровић-Лазих, Косановић, 2008).

Код емитовања виших тонова долази до повећања тензије гласница, њихова ивица постаје тања, а долази и до редукције површина којима су гласнице у међусобном контакту за време затворене фазе циклуса. Маса гласница које вибрирају се смањује. Код ниских тонова затворена фаза циклуса заузима око половине комплетног циклуса. Код виших тонова отворена фаза је дужа од затворене, а код највиших тонова ни у једном делу циклуса не долази до комплетног затварања.

Начин на који гласнице вибрирају зависи и од јачине гласа. Дужина затворене фазе вибраторног циклуса и величина амплитуде се повећавају са растом интензитета гласа. Треба напоменути да вибрације гласница нису видљиве голим оком. Њих је могуће посматрати у специјалној физичко-оптичкој методи - стробоскопији.

Током фонације мора да постоји потпуна координација рада свих мишића, како спољашњих тако и унутрашњих. У подизању, спуштању и фиксацији гркљана учествују спољашњи мишићи, који се углавном припајају за грудну и подјезичну кост. При фонацији ови мишићи доводе цео гркљан у одређену позицију. Затим следи дејство унутрашњих мишића гркљана ради затварања и отварања глотиса (Петровић-Лазих, 2008).

### **Резонатори гласа**

Добијени основни ларингеални тон се појачава у одређеним резонантним шупљинама. Резонатор људског гласа је јединствен јер поседује способност мењања облика, запремине и чврстине зидова. Ово омогућава неограничену способност овог резонатора да се адаптира на извор основног тона и да омогући читав низ варијација звука, који не може произвести ниједан музички инструмент (*Слика 11.*)

Структуре које учествују у резонанци људског гласа деле се на супраглотичне и инфраглотичне структуре. *Супраглотичне структуре* чине елементи гркљана, ждрело, усна дупља, језик, меко и тврдо непце, доња вилица, носна шупљина, параназалне шупљине. *Инфраглотичне структуре* су: душник, бронхи, плућа и грудни кош (Петровић-Лазич, Бабац, 2012).

### **Нервни систем**

Нервни систем у целини учествује у развијању, формирању, одржавању и контроли гласа. Он успоставља везу организма са спољашњим светом и спроводи обавештења о самом организму. Одговоран је за најсложеније компоненте у процесу вербалне комуникације као што су: перцепција, схватање, формулација, елаборација, меморија, интеграција.

Кора великог мозга, таламус, ретикуларна супстанца, мали мозак, вегетативни нервни систем, периферни нервни систем и ендокрини систем имају вишеструки утицај на фонацију.

У току првих година живота дете у правом смислу речи учи фонацијске и говорне кретње. Оно нема "складиште" ранијих информација да би на основу њих могло коректно изводити фонацијске покрете. Дете чује гласове и речи из своје околине, види покрете артикулацијског апарата, покушава да их имитира, па на основу чула слуха, вида и сензибилитета стиче своју вокалну телесну шему. Оно формира своје сопствене фонацијске моделе који су у почетку неправилни и несигурни, а временом се ови модели стабилизују и аутоматизују. Ствара се тзв. "динамички стереотип". Динамички стереотип, према мишљењу Павлова, представља једну од најважнијих законитости више нервне делатности централног нервног система.

Велики број сигнала непрекидно пристиже у кору обе хемисфере великог мозга. Они су различити по, интензитету, карактеру и времену дејства. Сходно томе они стварају читав мозаик жаришта надражаја и инхибиције у кори великог мозга.

Као што је познато процеси надражаја и инхибиције нису статични него су динамични и следе закон ирадијације, концентрације и индукције. Међутим, ако спољашњи сигнал надражује ћелије коре великог мозга по једном одређеном, наизменичном стереотипу, то доводи до стереотипизације процеса надражаја и инхибиције у кори великог мозга. Под

утицајем стереотипног понављања спољашњих наддражаја процес наддражаја и инхибиције се устаљује и када се добро обради постаје економичан за нервни систем.

Да би се оформио динамички стереотип неопходно је да ћелије коре великог мозга утроше велику количину енергије. Када се он дефинитивно устали, постаје најјекономичнија реакција ових ћелија на одговарајуће дражи уз минималну потрошњу енергије.

Добро оформљени и устаљени стереотип постаје инертан и неспособан за брзе и гипке промене. Мењање чврсто формираних стереотипа представља веома сложен и тежак задатак за ЦНС који такође захтева утрошак велике количине енергије. Ово је веома важна чињеница јер у случајевима када се сретнемо са поремећајима фонацијских аутоматизама и проводимо рехабилитацију било би погрешно очекивати брзу корекцију аутоматизама и успешну рехабилитацију у кратком временском периоду. Потребно је стрпљиво вршити формирање нових правилних динамичких стереотипа, односно, стварање нових фонацијских аутоматизама. Динамички стереотипи представљају најважније законитости дејства коре великог мозга и имају велики значај у процесу учења и одржавања нормалне фонације. Њихов значај је веома велики у процесу рехабилитације погрешно формираних или поремећених фонацијских аутоматизама.

Најновија сазнања из области неурофизиологије указују на то да не постоје сигурно ограничени центри за фонацију и говор, али је извесно да нека подручја мозга бивају више ангажована у поремећајима ових функција. Сматра се да постоје одређене специфичности у погледу гласа и говора, које се односе на извесне зоне можданог ткива.

*Talamus i korpus striatum* регулишу емоционалност говора, ретикуларна супстанца учествује у његовој интеграцији, док је *мали мозак* орган координације покрета фонацијске мускулатуре.

*Вегетативни нервни систем* учествује у регулисању тонуса мускулатуре органа за непосредно произвођење гласа. Преко својих центара у хипоталамусу вегетативни нервни систем делује на централни нервни систем и ендокрини систем и преко њих посредно утиче на глас и говор. Дејство симпатикуса и парасимпатикуса на вокални апарат мора бити уравнотежено, јер превлађивање дејства једног од њих доводи до промене у гласу. Уколико дође до *преваленције симпатикуса*, јавља се појачан тонус мишића органа за непосредно произвођење гласа. Овако појачан тонус ових мишића доводи до појаве тврде

атаке гласа, која током времена изазива хиперкинетички поремећај гласа. Супротно овоме, *парасимпатикус* делује у смислу смиривања мишићне снаге органа за непосредно произвођење гласа. На тај начин смањује се снага емисије тона и омогућује мека атака и повезана емисија тона.

Органи за непосредно произвођење гласа су инервисани од кранијалних и спиналних живаца. *Спинални живци* снабдевају сензитивним и моторним влакнима органе активатора гласа, а *кранијални нерви* инервишу генератор и резонатор гласа.

*Trigeminus* даје моторну инервацију за мишиће артикулације (*maseteri i temporalisi*), а сензитивну за лице и усну дупљу.

*Facialis* обезбеђује моторну инервацију за мимичну мускулатуру лица, која има велики значај у формирању појединих гласова.

*Glosopharyngeus* снабдева сензитивним гранама задњи део језика, меко непце и фаринкс, а моторним гранама инервише меко непце. Сензитивни и моторни нерви ждрела долазе из *plexus pharyngicus*-а у чијем формирању учествују *glosopharyngeus vagus i simpatikus*.

Једина два мишића која нису инервисана из овог плексуса јесу:

*m. stylopharyngeus* (*n. glosopharyngeus*) и доњи констриктор ждрела (*n. vagus*).

*Vagus* преко *rekurensa* инервише мишиће *ларинкса* осим *m. krikotireoideusa*, који је инервисан преко *n. larygeus superiora*. Он истовремено даје сензитивну инервацију за цео *ларинкс*.

*Hipoglossus* је моторни живац мишића језика, пода усне дупље и мишића који се припајају за подјезичну кост.

Да би се развила правилна фонација, односно успоставили оптимални фонацијски аутоматизми, неопходно је да поред нормалног стања централног нервног система, неуровегетативног система и осталих органа за фонацију, исправно функционишу чуло слуха, чуло вида, површински и дубоки сензибилитети (Петровић-Лазих, 2008).

### 2.1.2. Психолошка заснованост гласа

Поред тога што је средство комуникације, глас је и средство изражавања личности. Глас и говор су производ три функције организма: респирације, фонације и артикулације. Свака од ових функција се налази под јаким утицајем емоција, тако да у појединим ситуацијама могу бити поремећене, како све заједно тако и свака од њих појединачно

(Цвејић, 1981). Страх као једна од врло јаких емоција, спречава човека да успешно изврши координацију фонацијских покрета, што као крајњи продукт даје поремећај гласа и говора.

Када је у питању фонација у процесу осећаја учествују чуло слуха, вида и сензибилитета. На основу разних осећаја ствара се сложенији, интегрални психички процес у виду запажања. Запажајући рад свог гласовног апарата човек обраћа пажњу на рад дисајних органа, на субглотики притисак, на рад артикулацијских органа, што представља тзв. специјализована запажања или сложене осећаје. На основу њих се ствара вокална телесна шема важна за добро произвођење гласа. У току даљег усавршавања фонације човек развија своју пажњу, памћење и машту да би могао што успешније обављати разне вокалне задатке.

Емоције доводе и до промена аутономног нервног система, али и до промена у соматском систему. Емоције се најјаче изражавају у мимици, покретима осталих органа, а нарочито у гласу и говору. У гласу се мења боја, висина и јачина гласа, односно мењају се све његове особености. Такође долази и до промена у начину говора. Говор бива бржи или спорији, мења се склоп речи, па и читав садржај говора. Познате су промене у гласу и говору које настају при јавним наступима, испитима или под утицајем неке друге јаке емоције. Међутим, емоције немају само негативан утицај на фонацију и говор. Данас се сви аутори слажу да је један од основних услова за добру фонацију унутрашња хармонија, односно емоционална уравнотеженост и стабилност човека, јер ако се оне поремете јавиће се и поремећај у гласу и говору (Петровић-Лазећ, 2008).

### **2.1.3. Лингвистичка заснованост гласа**

Говорни глас- фонема је најмања језичка јединица која настаје треперењем ваздуха услед покрета фонаторног механизма. Фонеме чине гласовни систем језика и разликује се по броју, природи и особинама појединих фонема. Свака фонема има две основне психолингвистичке функције: перцептивну и сигнификативну. Перцептивна функција односи се на опажање одређених језичких јединица, док се сигнификативном функцијом разликују значења језичких јединица.

Током првих осам година језичке онтогенезе стиче се способност идентификације говорних гласова- фонема. Прозодијске или супрасегментне компоненте, акценат, интонација, ритам улазе у процес фонолошког енкодирања. Декодирање је обрнут процес од енкодирања и ови су процеси међусобно условљени и чине интегралну целину процеса вербалне комуникације. У здравом организму процес енкодирања је једнак процесу декодирања (колико информација пошаље, толико и прими), (Петровић-Лазих, 2008).

#### **2.1.4. Социјална заснованост гласа**

Социјална заснованост гласа проистиче из биолошке, психолошке и лингвистичке основе. Гласом и говором обезбеђује се социјална комуникација.

Социјализација представља процес у току којег индивидуа (дете), интеракцијом са својом социјалном средином усваја знање, вештине, навике, ставове и друга сазнања која су му потребна за успешно функционисање у средини у којој живи. Као средство социјалног утицаја јављају се различити облици говора (вербалног и невербалног) – жива или писана реч, масовни медији, мимика лица, покрети и др. Најбитнији елемент социјализације је говор. Социјализација јединке изграђује се током целог живота (Петровић-Лазих, 2008).

### 3. Глас и особености гласа

Глас је као појава и одређена способност људи од давних времена био предмет интересовања научника, али још увек не постоји стабилна и опште прихваћена дефиниција гласа. Под гласом се у најширем смислу подразумевају најразличитији звуци произведени у човековом гласовном органу.

У литератури (Керамитчиевски, 1989) се наводе следеће дефиниције: "Глас је звук којим се оглашавају жива бића, а који производе специјални органи фонације"; "Глас је ларингеално генерирање звука"; "Глас је ларингеална модулација ваздушне струје плућа модификоване на нивоу вокалног тракта"; "Глас је ларингеална вибрација плус резонанција"; "Глас подразумева: фонацију-резонанцију-артикулацију-акцент-опсег звука".

Глас човека може бити говорни, певани, шапат, имитација природних звукова и сл. Људски глас се преноси кроз ваздушни медијум тако да звучни талас настаје померањем ваздушних честица у виду њиховог згушњавања и разређивања. Звук се може распростирати кроз све средине (гасовите, течне и чврсте).

Извор гласа представљају гласнице које својим вибрирањем доводе до периодичног згушњавања и разређивања ваздушне струје. Звук настао у гркљану распростире се на све стране унутар организма и само један део излази у спољашњу средину ваздушним стубом кроз усни отвор и стиже до ува слушалаца, а истовремено и до ува особе која врши емисију тона.

Говорећи о термилошким потешкоћама и проблемима у дефинисању, Перкинс (Perkins, 1977) покушава да дефинише четири термина са намером, као што и сам истиче, да допринесе у смањењу конфузности која влада у овом научном подручју:

- вокал (vocal) употребљен у фразама као што су вокална функција, вокални апарат, упућује на процес фонације, односно активности ларинкса у генерисању звука;
- глас (voice) означава компоненту сваког звука који се продукује у органу фонације и саставни је део вокала или звучног консонанта или смеха али не и безвучног консонанта;

- говор (speech) представља сваки произведени звук употребљен унутар лингвистичког кода, док се на пример кашаљ и смех не могу сматрати говором.

- звук (sound) означава сваки звук произведен било којим процесом и у било коју сврху.

Глас подразумева најразличитије звуке произведене у човековом гласовном апарату. Сви ови звуци имају своје акустичке особености. Звучне појаве или звук представљају сва спољна збивања која се могу запазити помоћу чула слуха и представљају његов специфични надражај. Звук се карактерише и као физичка појава настала вибрирањем еластичног тела, које се у облику таласног кретања преко наизменичног повећања и смањења притиска, преноси кроз материјалну средину до уха, где се производи звучни осећај.

Фреквенције звучних таласа, које може чути нормално човечије ухо, налазе се у интервалу од 16 до 20000Hz. Звучне осцилације са фреквенцијама мањим од 16Hz чине област инфразвука, а већим од 20000Hz област ултразвука. За разумевање говора, као најважније функције слуха, важно је подручје од 100 до 8000Hz, па се губитак фреквенција изнад и испод тог распона у нормалном животу и не примећује.

У природи се звучне појаве манифестују у следећим облицима:

- прост или чист тон;

- сложени тон или звук;

- шум.

Прост тон је најједноставнији облик звука, синусног облика кога карактерише само једна фреквенција и одређени интензитет. У природи га практично нема јер се ретко дешава да неки звучни извор вибрира само једном фреквенцијом.

Сложени тон или звук настаје комбинацијом простих тонова различитих фреквенција. Он више не представља просто синусно осциловање али и даље задржава периодични карактер.

Уз основни тон који има најнижу фреквенцију јављају се пратећи тонови као целобројни умношци основног тона (хармоници), чинећи хармонични звук или музички



тон. Овако сложен звук производе сви музички инструменти, а у исту групу спадају и самогласници људског говора. Распоред и величина компонената дају карактеристичну боју звука по којој се разликују поједини музички инструменти и гласови и онда када им је основна фреквенција иста.

Сложени звуци се добијају сабирањем осцилација простих тонова. У акустици се много чешће примењује поступак да се сложене осцилације разлажу на своје саставне делове, просте хармонијске осцилације. Помоћу Фуријеове анализе, периодични звук се може представити као збир више синусних тонова различитих фреквенција, где је основни тон онај који има најнижу фреквенцију сложеног тона.

Сви остали тонови су хармоници (други, трећи...) чије су фреквенције целобројни умношци основне фреквенције. Ова разлагања се могу графички приказати дијаграмом, тако што се на апсцисну осу наносе фреквенције, а на ординату амплитуде. Овако разлагање сложеног периодичног звука назива се хармонијском фреквентном анализом или спектралном анализом звука. Она пружа податке од којих се компоненти састоји дати звук и какав је однос амплитуда саставних тонова.

Шум представља некорисне и нежељене звуке који нису дефинисани у погледу спектра, чинећи непериодичне звучне појаве које се стално мењају у току времена без сталности у погледу таласа. Шум има континуални спектар са таласима који су тако блиски да се практично не могу раздвојити. Шум код којег је акустичка енергија једнолико распоређена у целом фреквенцијском подручју назива се белим шумом.

Основне карактеристике звука које разликује ухо су:

- јачина звука;
- висина тона;
- боја звука

### *Јачина гласа*

Јачина људског гласа зависи од начина вибрирања гласница и снаге субглотичног притиска. Нормалан интензитет говора креће се у нивоу од 40 до 70 dB. Звучну снагу говора носе највећим делом вокали.

### *Висина гласа*

Осећај висине тона зависи од фреквенције сигнала. Мања фреквенција даје осећај нижег тона а већа фреквенција даје осећај вишег тона. Висина гласа је резултат броја вибрација гласница у секунди, а јединица њиховог мерења је херц (Hz). Просечна висина мушког гласа је 100 до 130Hz, женског гласа 200 до 250Hz и дечијег око 300 до 500Hz.

### *Боја гласа*

Боја гласа настаје као резултат добре респирације, непоремећене фонације и оптималног усклађивања резонантних шупљина са радом осталих делова фонацијских органа. Боја гласа зависи и од величине и облика субглотичних и супраглотичних шупљина.

### *Распон гласа*

Физиолошки или апсолутни распон гласа подразумева све звуке које гласовни апарат једног човека може да произведе. У најранијем детињству распон гласа је ограничен на неколико полутонова, до осме године овај распон се повећава за девет тонова, од девете до седамнаесте године распон гласа зависи од мутације, у адолесценцији се дефинитивно оформљује и добија изразито индивидуални карактер, обухватајући око две октаве. Музички распон гласа подразумева способност човека да произведе низ тонова, али који за разлику од апсолутног распона морају имати одређене вокално-музичке квалитете.

### *Апођо*

Апођо представља субјективни осећај ослонца, односно потпоре за време произвођења гласа. Ослонац гласа (апођо) има за циљ успостављање равнотеже између притиска испод и изнад гласница.

### *Импенданца*

Импенданца представља у суштини оптимално повећање отпора распростирању тона у надларингеалним шупљинама који се емитују у спољашњу средину. На овај начин се омогућава растерећење глотиса и несметана вибрација гласница.

### *Импостација гласа*

Добра импостација гласа представља такав положај вокалних органа који омогућава да се максимални ефекат гласа постигне оптималним напорима вокалних органа, уз напомену да емитовани тон има музички квалитет.

### *Атака гласа*

Почетак гласа је производ усаглашавања количине експираторног ваздуха, субглотичног притиска и снаге мишића гркљана. Разликују се меки, тврди и шуштави почетак фонације.

Код *меког почетка* гласнице се најпре стављају у префонаторни положај, полако и нежно се примакну једна другој у средњој линији, а затим долази до постепеног повећања субглотичног притиска који изазива вибрације гласница.

*Тврди почетак* или тврда атака настаје када се гласнице у префонаторној фази нагло примакну средњој линији и чврсто затворе глотис. Да би дошло до фонације нагло се повећава субглотични притисак који у једном тренутку доводи до експлозивног размицања гласница и чујног проласка ваздуха кроз глотис. Уколико је тврда атака стално присутна долази до хиперкинезије.

*Шуштави почетак* гласа се јавља када је оклузија глотиса у префонаторној фази недовољна, тако да се пре емисије тона чује шуштање ваздушне струје која пролази кроз глотис, а тек касније по затварању глотиса долази до емисије чистог гласа.

### *Вибрато гласа*

Вибрато гласа подразумева пулсирање основних карактеристика гласа: висине, јачине и боје. Односи се само на певани глас.

### *Регистри гласа*

Класична подела регистра људског гласа подразумева следеће регистре:

*Грудни регистар* – код кога доминира грудна резонанца, а гласнице трепере целом дужином и у извесној мери и дебљином и ширином. Тоновима овог регистра имају пуноћу и велику звучност.

*Регистар главе* – где доминира резонанца главе, а вибрирају унутрашњи рубови гласница који због напетости постају тањи. Тоновима овог регистра појачавају се у носној и чеonoј дупљи уз осећаје резонанце у глави.

*Средњи (гркљански) регистар* који се највише користи у уметничком певању, обухвата тонску област између грудног регистра и регистра главе.

### *Изддржавање тона*

Ова особина се односи на трајање емисије тона, одређене висине и просечне снаге, изражено у секундама. Трајање емисије тона зависи од снаге тона, виталног капацитета

плућа, узраста, стања фонацијских органа, вокалног тренинга и сл. Просечно време издржавања тона нормалних одраслих особа износи око 20 до 25 секунди, а увежбаних певача чак и 40 до 50 секунди.

Трајање тона је важан индикатор. У случају обољења грудног коша и плућа као и парализе рекуренса трајање тона је веома скраћено, па продужење овог времена у току рехабилитације означава успех у лечењу.

Да би се одредио човеков глас, неопходно је познавати основне карактеристике нормалног гласа и њихове разлике од типичних знакова поремећаја. Нормалан глас, који обезбеђује ефективну говорну комуникацију, треба да буде пријатан за слушање, да поседује одговарајућу равнотежу усног и носног резонатора, да буде довољно гласан. Основна фреквенција говора треба да одговара узрасту, размерама тела и полу. Глас треба да поседује одговарајуће модулације, темпо говора треба да буде такав да се не нарушава пет основних карактеристика нормалног гласа. Ова функционална дефиниција нормалног гласа треба да буде довољно широка, да би могла да обухвати дијапазон варијација једне или неколико карактеристика. При дефинисању нормалности, аберативности или патологије гласа данас се полази од особина и функције гласа као феномена и средства вербалне комуникације.

Те особине су следеће:

- глас мора бити разговетан, чист и пријатан;
- глас мора бити задовољавајуће јак;
- ниво висине гласа мора бити физиолошки;
- флексибилност гласа мора бити адекватна;
- глас мора имати одговарајућу флуидност;
- глас мора имати одговарајућу и нормативно дефинисану фонетску организацију (Петровић-Лазих, Бабац, 2012).

#### 4. Утицај хормона на квалитет гласа

Хормони у људском телу имају велик утицај на квалитет гласа човека. Анатомија вокалног апарата је под сталним променама које могу бити изазване факторима како изван, тако и унутар људског тела. Глас је поготово осетљив на промене у хормонима. Иако у телу постоји велики број хормона, подаци показују да на глас највише утичу полни хормони и хормони штитне жлезде. Ларинкс је веома осетљив на полне хормоне – андроген, естроген и прогестерон. Абибтол и сарадници су открили да у ларинксу постоје рецептори за андрогене, естроген и прогестерон. Због тога менструални циклус и развој током пубертета утичу на ларинкс код жена. Код мушкараца, повећана количина тестостерона утиче на повећани раст хрскавица ларинкса. Ово доводи до јачања мишића и лигамената ларинкса. Жене се развијају под утицајем повећане количине прогестерона и естрогена. Иако су и андрогени хормони присутни, њихов утицај се примећује тек након менопаузе. Током пубертета, женски глас се не мења тако драстично као мушки глас. Полни хормони доводе до смањења висине гласа за трећину октаве. Међутим, женски глас се мења за време менструалног циклуса. Почетак менструалног циклуса карактерише повећање количине естрогена и смањење количине прогестерона. Оваква комбинација хормона доводи до стварања едема на гласницама услед прилива веће количине крви у ове структуре. Крвни судови у носу се такође шире и доводе до промена у пролазности и перцепцији људског гласа. У другој половини менструалног циклуса, ниво прогестерона расте изнад нивоа естрогена. Прогестерон доводи до уклањања епитела ларинкса. Такође доводи до тога да секреција из жлезди буде вискознија, што доводи до смањења вибрације. Све ове промене доводе до промена у гласу за време менструалног циклуса. Премениструални синдром је скуп симптома као што су иритабилност, осетљивост груди, анксиозност и оток који настаје као резултат повећане количине естрогена. Заједно са ПМСом постоје бројне промене у гласу које се могу јавити, а које су познате као *dysphonia premenstrualis*. Промене које изазивају дисфонију премениструалис нису познате, али могле би бити изазване неким од претходно поменутх механизма. Један од могућх разлога је повећана појава субмукузних хеморагија пре менструације. Због повећане количине естрогена јавља се и већи број едема за време премениструалног периода, због тога што

течности теку из ћелија и капилара ка споља. Едеми који тако настају могу бити одговорни за неке од промена у гласу које се примећују пре менструације. Ова дисфонија може да утиче на вокалну ефикасност и јасноћу гласа код отприлике једне трећине певача. Присуство абдоминалних грчева током менструалног циклуса такође може да утиче на фонацију јер утиче на дисање које служи као подршка гласу. Најдрастичније промене у женском гласу се јављају за време менопаузе, када падну нивои естрогена и прогестерона. У периоду након почетка менопаузе нивои фоликулостимулирајућег (FSH) и лутенизирајућег (LH) хормона су веома високи. Жене имају већу количину периферне масти која дозвољава претварање андрогена у естроген, и на тај начин се очувају ефекти естрогена на тело. Неке жене имају мању способност да ово ураде и имају већи ниво андрогена због тога. Андрогени хормони продубљују глас и доводе до трајних промена. Заједно са хормонским променама, за време менопаузе постају уочљиве и промене које настају као резултат старења. Мишићи ларинкса се смањују, хрскавице постају тврђе, вокални набори постају дебљи и долази до мање еластичности вокалног апарата. Ове промене које настају као резултат старења некада је тешко разликовати од оних промена које настају као резултат деловања хормона, а које је могуће третирати. Орална контрацептивна средства, естроген и/или прогестерон се користе како би се спречиле непријатне промене које настају као последица менопаузе или менструације. Иста ова средства се користе и да би се спречиле промене у гласу. Употреба ових средстава даје различите резултате код жена. Када се ова средства користе треба водити о постојећим нивоима хормона код сваке жене. Употреба андрогена се не препоручује јер они доводе до маскуларизације женског гласа.

Хормони штитне жлезде такође утичу на глас. У нормалним условима хипоталамус продукује тиротропин ослобађајући хормон (TRH), молекул који стимулише хипофизу да ослободи тироидно стимулишући хормон (TSH). TSH заузврат стимулише штитну жлезду да продукује T4 и T3 хормоне. Хормони штитне жлезде повећавају метаболичку активност тела. Када пацијент болује од хипотиреозидизма (смањене функције штитне жлезде) глас је промукао и смањеног распона. Није познат разлог за ово, али се претпоставља да је узрок повећана количина полисахарида у вокалним наборима, што доводи до задржавања течности и њиховог задебљања. Ово задебљање је слично оном које настаје код жена као последица деловања полних хормона. Задебљање вокалних

набора доводи до смањења вибраторних капацитета и смањења висне гласа. Хипертореодизам (повишена функција штитне жлезде) такође може да изазове промуклост гласа поготово кад тежх случајева. Суплементација хормона штитне жлезде је обично довољна како би се контролисали симптоми које хипотиреоидизам изазива, а употреба анти tiroидних лекова као што је пропилтурацил помаже у контроли симптома хипертиреодизма. Утицај хормона хипофизе на глас се такође проучава. Хипофиза учествује у ослобађању хормона раста, пролактина, вазопресина, адренкортикотропног хормона, тироидно стимулирајућег хормона, фоликуло стимулирајућег хормона, лутенизирајућег хормона и окситоцина. Код певача је чешћи проблем претеране него премале продукције ових хормона. Пацијенти код којих постоји претерана продукција пролактина могу се јавити симптоми дисфоније пременструалис пошто пролактин доводи до потискивања лутенизирајућег хормона, што доводи до овулације. Код мушкараца ово обично не доводи до промена у висини гласа, али може довести до смањења јачине и распона гласа. Смањење нивоа ФСХ и тестостерона такође може учинити да мушки глас звучи мање моћно. Код неких пацијената се може јавити снижен ниво хормона раста, што изазива синдром акромегалије. Повишен ниво хормона раста доводи до задебљања вокалних набора и хрскавица ларинкса што доводи до пада висине гласа.

## **5. Циљ истраживања,задаци и хипотеза**

### **Циљ**

Основни циљ овог истраживања је утврђивање утицаја хормона на квалитет гласа код одраслих особа мушког и женског пола, типичне популације.

### **Задаци**

У складу са циљем, постављени су следећи задаци истраживања:

1. Утврдити акустичке карактеристике гласа код особа мушког пола.
2. Утврдити акустичке карактеристике гласа код особа женског пола.
3. Утврдити да ли постоје статистички значајне разлике у вредностима анализираних параметара гласа код одраслих мушких и женских испитаника типичне популације.

### **Хипотеза**

H1: Очекују се разлике у акустичким карактеристикама гласа између одраслих особа мушког и женског пола, типичне популације.

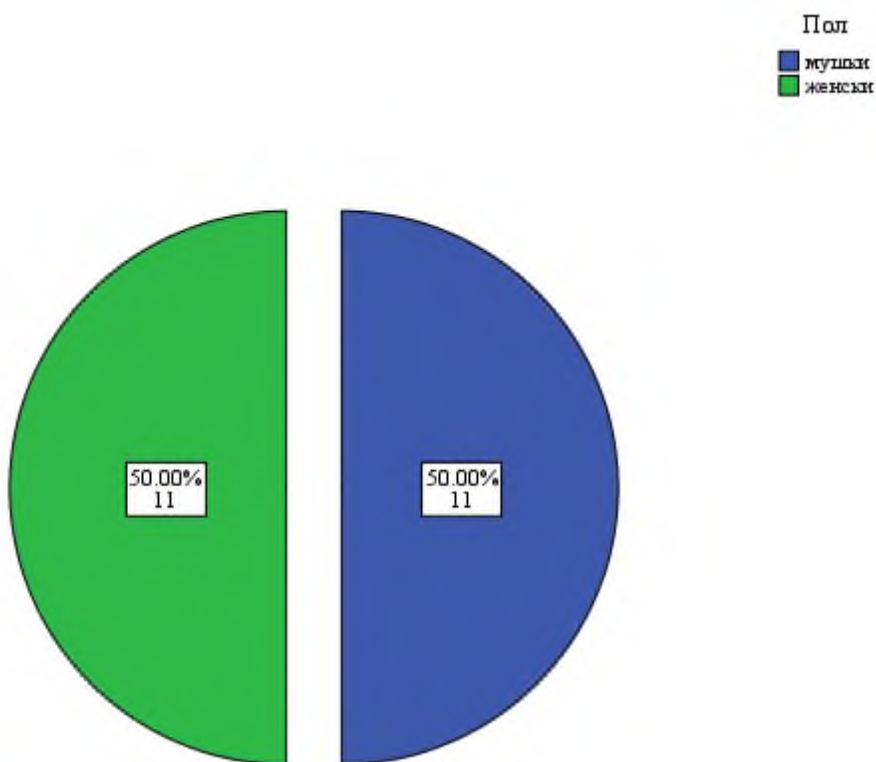


## 6. Методологија истраживања

### 6.1. Опис узорка

Истраживањем је обухваћено укупно 22 испитаника, оба пола, старости од 23 до 28 година живота. Прву групу је чинило 11 (50,0%) испитаника мушког пола, док је другу групу чинило 11 (50,0%) испитаника женског пола. Узорак испитаника су чиниле особе типичне популације, непушачи, између 20 и 30 година.

Дистрибуција узорка према полу на Графикону 1.



Графикон 1. Дистрибуција узорка према полу испитаника

Старост испитаника се кретала у распону од 23 до 28 година. Просечна старост испитаника је износила 25,7 година. У табели су сумиране карактеристике свих испитаника укључених у истраживање.

Испитаник	Пол	Старост
1.	Мушки	25
2.	Мушки	26
3.	Женски	23
4.	Женски	24
5.	Женски	24
6.	Женски	26
7.	Мушки	26
8.	Мушки	27
9.	Мушки	26
10.	Женски	24
11.	Женски	26
12.	Мушки	26
13.	Женски	28
14.	Мушки	28
15.	Мушки	25
16.	Женски	25
17.	Женски	23
18.	Мушки	27
19.	Женски	26
20.	Мушки	25
21.	Женски	27
22.	Мушки	28

Прикупљање узорка је трајало од јуна до јула 2019.год. За формирање експерименталне групе постављени су следећи критеријуми:

- Да свим субјектима је српски матерњи језик
- Да сви субјекти припадају старосној групи од 20 до 30 година
- Да су сви субјекти непушачи
- Да код свих субјеката нису забележене промене / стања / болести које могу утицати на акустичке карактеристике гласа.

## **6.2. Мерни инструменти и процедура снимања**

Узимање узорка спроведено је индивидуално, а говор сваког пацијента је снимљен на диктафону, а касније транскрибован у софтверском програму мултидимензионалне анализе гласа. Испитаници су подстицани да дубоко удахну и при издисају фонирају вокал „А" у трајању од пет до шест секунди.

Затим се користила *Компјутеризована лабораторија за анализу гласа*. Компјутеризована лабораторија има за циљ да обезбеди објективне податке, служи као подршка субјективној процени гласа. Може се користити као помоћ у дијагностици, а помаже и у терапији гласа. Програм ове лабораторије за глас садржи више квалитетних софтвера за анализу нормалног и патолошког гласа. У нашем истраживању смо користили Мултидимензионалну компјутерску вокалну анализу (MDVP).

Мултидимензионална компјутерска анализа гласа и говора, представља објективну акустичку анализу гласа и говора. Савремена компјутерска технологија омогућила је употребу софтвера који врше компјутерску акустичку анализу различитих елемената гласа, нуде бројне акустичке параметре, користе базу података нормалних и патолошких гласова и омогућавају графички приказ квалитета гласа који је аутоматски компариран са базом података.

Анализирани су следећи параметри мултидимензионалне анализе гласа:

Проценат Jitter-а Jitt (%), Релативна средња вредност пертурбације RAP (%), Средња вредност основне фреквенције Fo /Hz/, Коефицијент варијације основне фреквенције vFo (%), Коефицијент пертурбације PPQ (%), Проценат shimmer-а Shim (%), Коефицијент пертурбације амплитуде APQ (%), Коефицијент поравнања пертурбације амплитуде sAPQ /%/, Варијација врха амплитуде vAm /%/, Однос шум-хармоник NHR, Индекс пригушене фонације SPI, Индекс турбуленције гласа VTI, Степен прекида у гласу DVB (%), Степен дисхармоника DSH (%), Број прекида у гласу NVB.

### **6.2.1. Опис варијабли које су коришћене у истраживању**

#### *Параметри поремећаја фреквенције*

##### **JTT**

Проценат Jitter-а мери веома краткотрајне, цикличне неправилности периода гласа. Представља променљивост основне фреквенције. Jitter је мера вредности разлике између задатог периода и периода који га одмах следи. Неправилности од циклуса до циклуса могу бити повезане са неспособношћу гласница да одрже периодичност вибрације за дефинисани период. Обично је овај тип варијације насумичан и доводи се у везу са промуклим гласом.

##### **RAP**

Релативна средња вредност пертурбације представља меру краткотрајне (од циклуса до циклуса, са фактором поравнања од три периода) неправилности периода основне фреквенције. Фактор поравнања смањује осетљивост RAP-а на грешке. Иако је мање осетљив на варијације од периода до периода, одлично описује краткотрајне пертурбације периода основне фреквенције. Неправилности од циклуса до циклуса могу бити повезане са неспособношћу гласница да одрже периодичност вибрације за дефинисани период. Промукао или задихан глас може да има повећан RAP.

Fo

Параметар Fo представља средњу вредност основне фреквенције изражену у /Hz/ за све издвојене вредности момента основне фреквенције.

VFo

Овај параметар означава коефицијент варијације основне фреквенције и изражава се у процентима, означава се и као – релативна стандардна девијација основне фреквенције. Углавном се односи на варијације (краткотрајне или дуготрајне) Fo-а у оквиру анализираног узорка гласа. Не рачунају се делови са прекидима гласа.

Параметар VFo открива варијације у основној фреквенцији. Вредност VFo-а се повећава без обзира на тип варијације, било да су оне насумичне или регуларне, краткотрајне или дуготрајне. Оне повећавају вредност VFo-а. Пошто референтни праг континуалне фонације претпоставља да се основна фреквенција не мења, било које варијације основне фреквенције се одражавају на вредност VFo-а. Ове промене би могле бити фреквентни тремор (тј. периодичне модулације гласа) или аperiodичне промене.

PPQ

Параметар PPQ означава коефицијент пертурбације периода основне фреквенције и мери краткотрајну (од циклуса до циклуса, са фактором поравнања од 5 периода) неправилност овог периода. Фактор поравнања смањује осетљивост PPQ-а на грешке при издвајању периода основне фреквенције. Иако је мање осетљив на варијације од периода до периода, одлично описује краткотрајне пертурбације. Неправилности од циклуса до циклуса могу бити повезане са неспособношћу гласница да одрже периодичност вибрације у дефинисаном периоду. Промукао или задихан глас може да има повећан PPQ.

*Параметри поремећаја амплитуде*

## Shim

Shimmer у процентима се такође односи на интензитетску неправилност, односно варијацију амплитуде звучног сигнала. Мери се путем максималног фонирања вокала, а вредност се изражава у процентима. Не рачунају се делови са прекидима гласа.

Проценат *Shimmer-a* представља меру веома краткотрајне неправилности варијације амплитуде гласа. Он се доста помиње у научној литератури о поремећајима гласа. Осетљив је на варијације амплитуде које се дешавају између узастопних врх периода.

Варијације амплитуде у гласу су могуће из више разлога. Неправилности амплитуде од циклуса до циклуса могу се повезати са неспособношћу гласница да одрже периодичне вибрације у посматраном периоду и са присуством турбулентног шума у сигналу гласа. Обично овај тип варијација је насумичан и доводи се у везу са промуклим и задиханим гласом.

## APQ

Параметар APQ изражава коефицијент пертурбације амплитуде у процентима. Изражава релативну процену варијација врх-врх амплитуде од периода до периода унутар анализираног узорка гласа са поравнањем у трајању од 11 периода. Не рачунају се делови са прекидима гласа.

Коефицијент поремећаја амплитуде је мера краткотрајних (од циклуса до циклуса са фактором поравнања од 11 периода) неправилности врх-врх амплитуде. Поравнање умањује осетљивост APQ-а на грешке приликом издвајања врх периода. Иако је мање осетљив на варијације амплитуде од периода до периода, и даље врло добро описује краткотрајне поремећаје амплитуде.

Амплитуда гласа може се мењати из више разлога. Неправилности амплитуде од циклуса до циклуса могу се повезати са немогућношћу гласница да одрже периодичне вибрације у посматраном периоду и услед присуства турбулентног шума у сигналу гласа. Задихани и промукли глас обично има већи APQ.

## sAPQ

Параметар  $sAPQ$  представља коефицијент поравнања пертурбације амплитуде изражен у  $\%/$ . Овај параметар подразумева релативну процену краткотрајне или дуготрајне варијације врх-врх амплитуде у оквиру анализираног узорка гласа са фактором поравнања дефинисаног од стране корисника, обезбеђујући релативно дуготрајне варијације. Не рачунају се делови са прекидима гласа.

#### $vAm$

Параметар  $vAm$  представља варијације врха амплитуде изражену у  $\%/$ , односно релативну стандардну девијацију врх-врх амплитуде израчунате од периода до периода. Односи се на веома дуготрајне варијације амплитуде у оквиру анализираног узорка гласа.

*Параметри везани за прекиде у гласу, субхармонике и неправилности у гласу*

#### DVB

Параметар  $DVB$  представља степен прекида у гласу изражен у  $(\%)$ , тј. однос између укупног трајања делова са прекидима у гласу и трајања комплетног узорка гласа. Овај параметар се односи на проценат делова са прекидима у гласу.

#### NVB

Овај параметар изражава број прекида у гласу, односно број прекида периода основне фреквенције у узорку гласа. Он не приказује прекиде пре првог и после последњег дела са гласом. Њиме се мере способности гласа да одржи континуалан изговор. Референтни праг је 0, зато што нормалан глас, када треба да одржи континуитет, не би смео да има делове без гласа. У случајевима фонације са паузама (као код задиханог говора, прекида у гласу, одложеног почетка или прераног краја континуалног изговора),  $NVB$  процењује само паузе између делова са гласом.

#### DSH

Параметар  $DSH$  представља проценат субхармоника. Проценат субхармоника у нормалном гласу би требало да буде једнак нули. Било би очекивано да се повећа у

гласовном узорку у коме се током анализе уместо основне фреквенције појављују двоструки или троструки врх периоди. Ови ефекти су типични за диплофонију и за хрпавост у гласу. Експериментална посматрања код пацијената са функционалном дисфонијом или неурогеним поремећајима гласа могу да покажу повећане вредности *DSH-a*.

#### *Параметри процене шума и тремора*

##### **NHR**

Овај параметар представља однос шум-хармоник. То је средња вредност односа спектралне енергије шума и спектралне енергије хармоника у фреквентном опсегу од 70-4200 Hz. У суштини то је општа процена присутног шума у анализираном сигналу.

Повећане вредности *NHR-a* се тумаче као повећан спектрални шум, који може бити узрокован варијацијама у амплитуди и фреквенцији (тј. *Jitter* и *Shimmer*), присуством турбулентног шума, компонентама субхармоника или прекидима у гласу. За разлику од *VTI-a*, параметра за мерење турбулентног шума, *NHR* опширније мери шум у сигналу. *NHR* параметар поред тога што даје једну од мера квалитета вокала, веома добро истиче и индивидуалне карактеристике говорника, као и разлике између говорника.

##### **VTI**

Параметар *VTI* је индекс турбулентног гласа. Представља однос спектралне густине снаге високофреквентног шума у опсегу од 1800-5800 Hz, и спектралне густине снаге хармоника у опсегу од 70-4200 Hz. *VTI* мери ниво релативне енергије високофреквентног шума и он углавном корелира са турбуленцијама које су узроковане непотпуним затварањем гласница или њиховом опуштеношћу. За разлику од *NHR-a*, *VTI* анализира високофреквентне компоненте, да би издвојио акустику у корелацији са „задиханошћу“. *VTI* представља покушај израчунавања параметра који корелира са задиханошћу.

##### **SPI**

Овај параметар означава индекс пригушене фонације. То је просечни однос снаге нискофреквентних хармоника у опсегу од 70-1550 Hz и високофреквентних хармоника у опсегу од 1600-4200 Hz.



Параметар *SPI* се може посматрати као индикатор тога колико се затварају и затежу гласнице у току фонације. Повећана вредност *SPI*-а је обично индикатор недовољно затегнутих и непотпуно затворених гласница у току фонације. Ипак, то не мора да указује на поремећај у гласу. Слично томе, пацијенти са неадекватном фонацијом могу да имају „нормалну“ вредност *SPI*-а, иако таква гласовна карактеристика може бити непожељна. Стога, висока вредност *SPI*-а не мора да буде лоша, као што ни ниска вредност *SPI*-а не мора да буде добра.

Ипак, овај параметар је користан за испитивање тога колико се чврсто гласнице затварају и да ли се потпуно затварају. Нпр., пацијенти са поремећајима на гласницама или са израженим парезама, често показују повећан *SPI*. *SPI* је веома осетљив на формантну структуру вокала, јер ће вокали са нижом високофреквентном енергијом резултирати повећаним *SPI*-ом. Могу се упоредити само оне вредности које су израчунате за исти вокал.

Повећана вредност *SPI*-а може бити узрокована већим бројем фактора. Испитаник може да има „пригушену“ фонацију због поремећаја у гласу и није способан да довољно примакне гласнице. Ипак, испитаник може да има такав природан глас и истовремено повећану вредност *SPI*-а. Још један важан фактор је и амплитуда континуалног изговора вокала. Ако је испитаников глас промукао *SPI* ће бити висок.

### 6.3. Статистичка обрада података

У обради података коришћене су одговарајуће методе дескриптивне и инференцијалне статистике. Наведени су апсолутна фреквенца, проценат, аритметичка средина, медијана, стандардна девијација, интерквartilно одступање, распон, минимум и максимум. Због мањег броја испитаника и изостанка нормалности расподеле, компарација вредности одабраних акустичких параметара гласа између група формираних према полу испитаника су спроведене применом Ман-Витнијевог *U*-теста. За све статистичке анализе је задат  $\alpha$  ниво од 0,05.

Анализа и обрада података вршене су помоћу пакета намењеног статистичкој обради података за друштвене науке (Statistical Package for the Social Sciences – SPSS for Windows, version 23.0, 2015). Добијени резултати су приказани табеларно и графички (кружни и правоугаони дијаграми).

У наставку су, табеларно и графички, приказане дескриптивне вредности одабраних акустичких параметара гласа и њихова компарација између испитаника мушког и женског пола.

## 6.4. Резултати истраживања

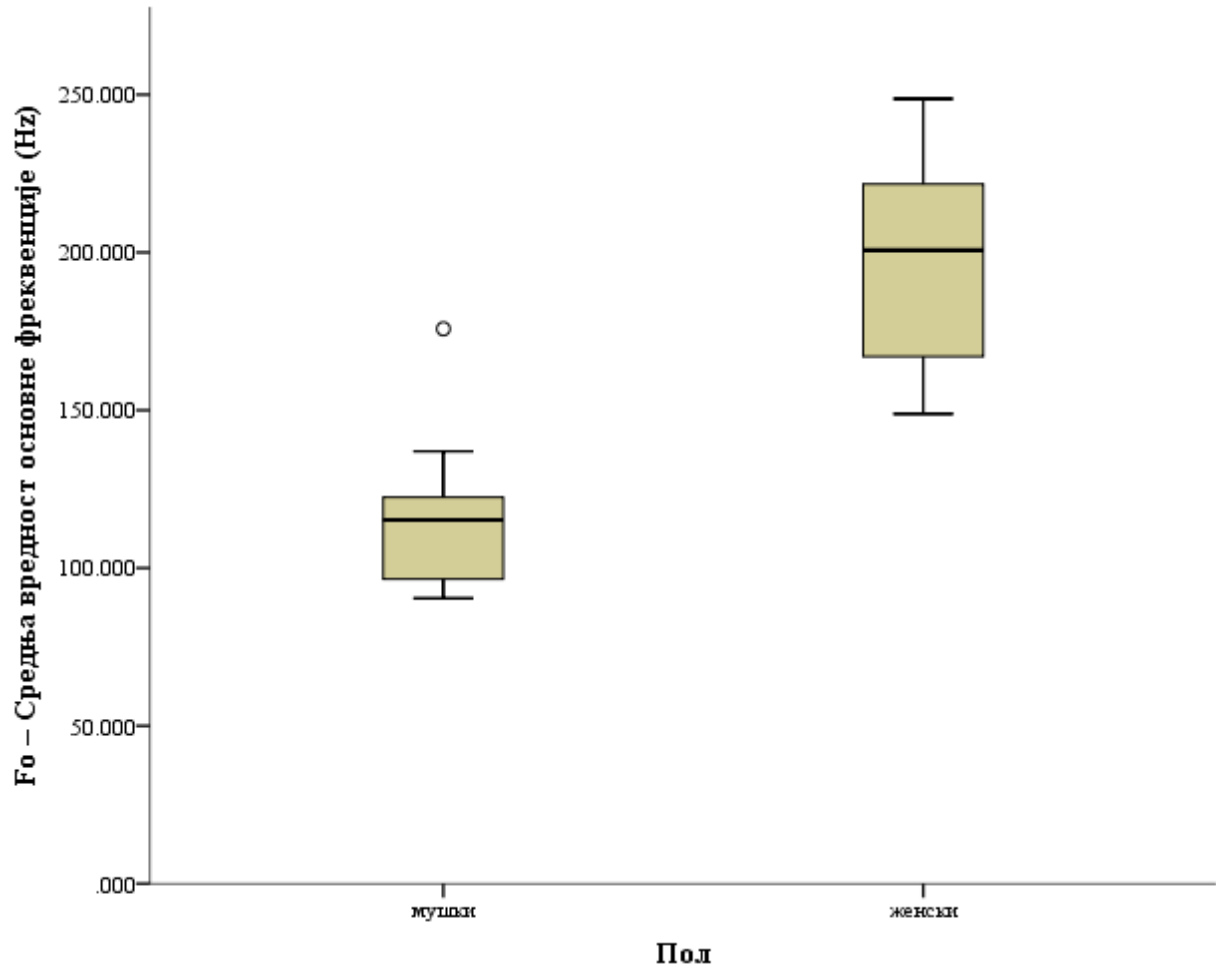
Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра Fo**, групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације.

Графикон 2. представља приказ вредности основне фреквенције – Fo изражене у херцима (Hz). Када се упореде дескриптивне вредности параметра Fo групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације, уочава се да су знатно више вредности у групи испитаника женског пола (197,953 Hz наспрам 114,775 Hz). Истовремено, распон резултата је биши у групи испитаника женског пола што указује на већу дисперзију вредности. Одатле, статистичка анализа је потврдила постојање статистичке значајности описане разлике у датом узорку на нивоу  $p < 0,001$  ( $p = 0,000$ , Табела 1).

Акустички параметар гласа Fo	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		<i>M (SD)</i>	Min	Max	<i>Mdn (IQR)</i>	Просечан ранг	<i>z</i>	<i>p</i>
	мушки	114,775 (25,327)	90,384	175,795	115,227 (30,231)	6,36	-3,710	<b>0,000</b>
	женски	197,953 (34,063)	148,864	248,668	200,680 (63,345)	16,64		

Напомена: Fo – Средња вредност основне фреквенције (Hz). Статистички значајно одступање је подебљано.

Табела 1. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра Fo, групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације.



*Графикон 2. Вредности основне фреквенције –  $F_0$  (Hz) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације*

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра Jitt** групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

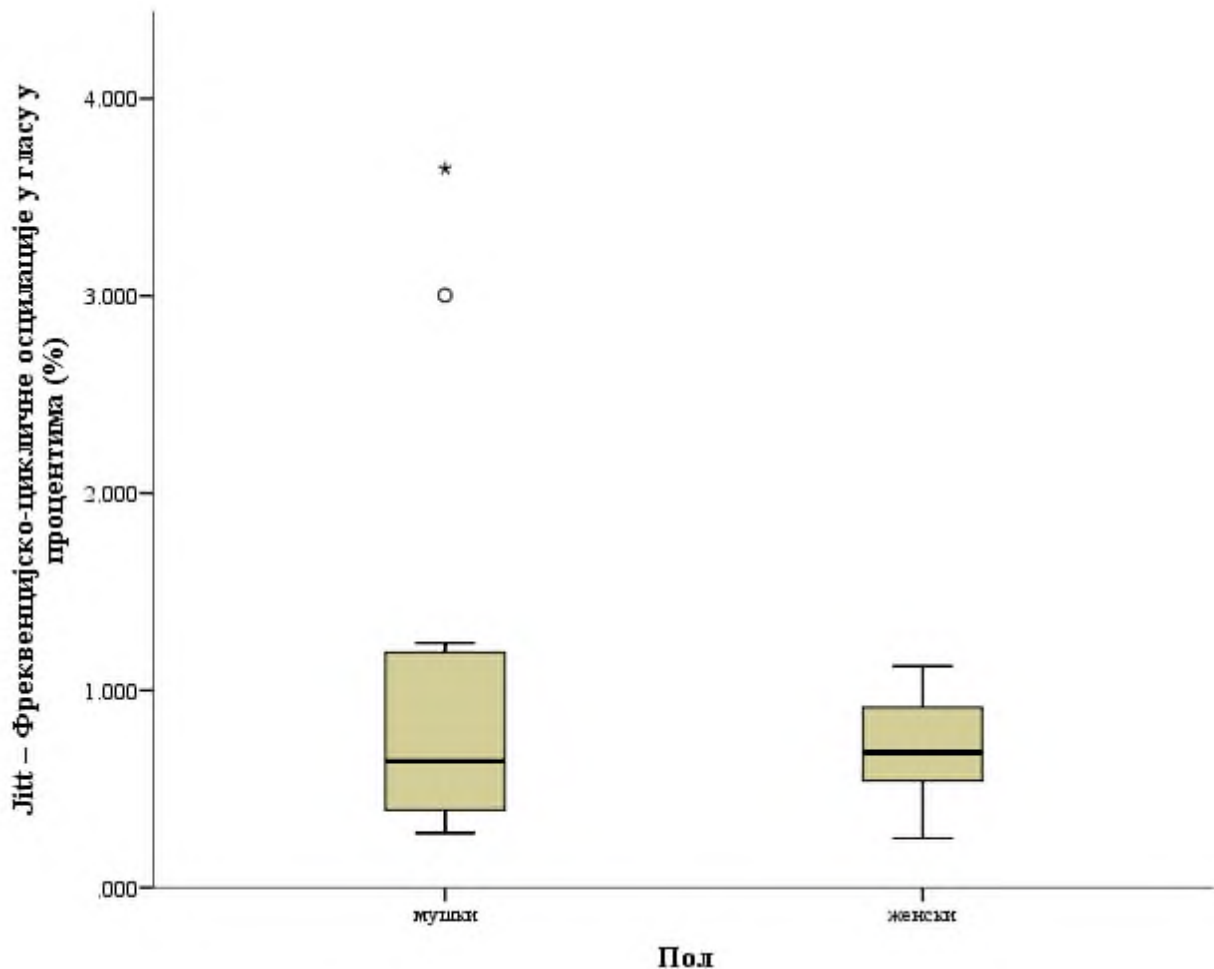
Графикон 3 представља приказ вредности фреквенцијско-цикличне осцилације у гласу – Jitt изражене у процентима (%). Када се упореде вредности параметра Jitt, уочава се да су више просечне вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (1,150% наспрам 0,709%). Медијалне вредности резултата су, пак, дескриптивно више у групи

испитаника женског пола (0,685% наспрам 0,641%), док је распон резултата је виши у групи испитаника мушког пола што указује на већу дисперзију вредности. Међутим, значајност разлике ( $p$ ) износи 0,818 (Табела 2) чиме је искључена статистичка значајност у датом узорку.

Акустички параметар гласа Jitt	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn (IQR)$	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	1,150 (1,134)	0,277	3,646	0,641 (0,860)	11,82	-0,230	0,818
	женски	0,709 (0,283)	0,250	1,123	0,685 (0,537)	11,18		

Напомена: Jitt – Фреквенцијско-цикличне осцилације у гласу у процентима (%).

Табела 2. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра Jitt групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 3. Вредности фреквенцијско-цикличне осцилације у гласу у процентима – Jitt (%) групе испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра RAP** групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације.

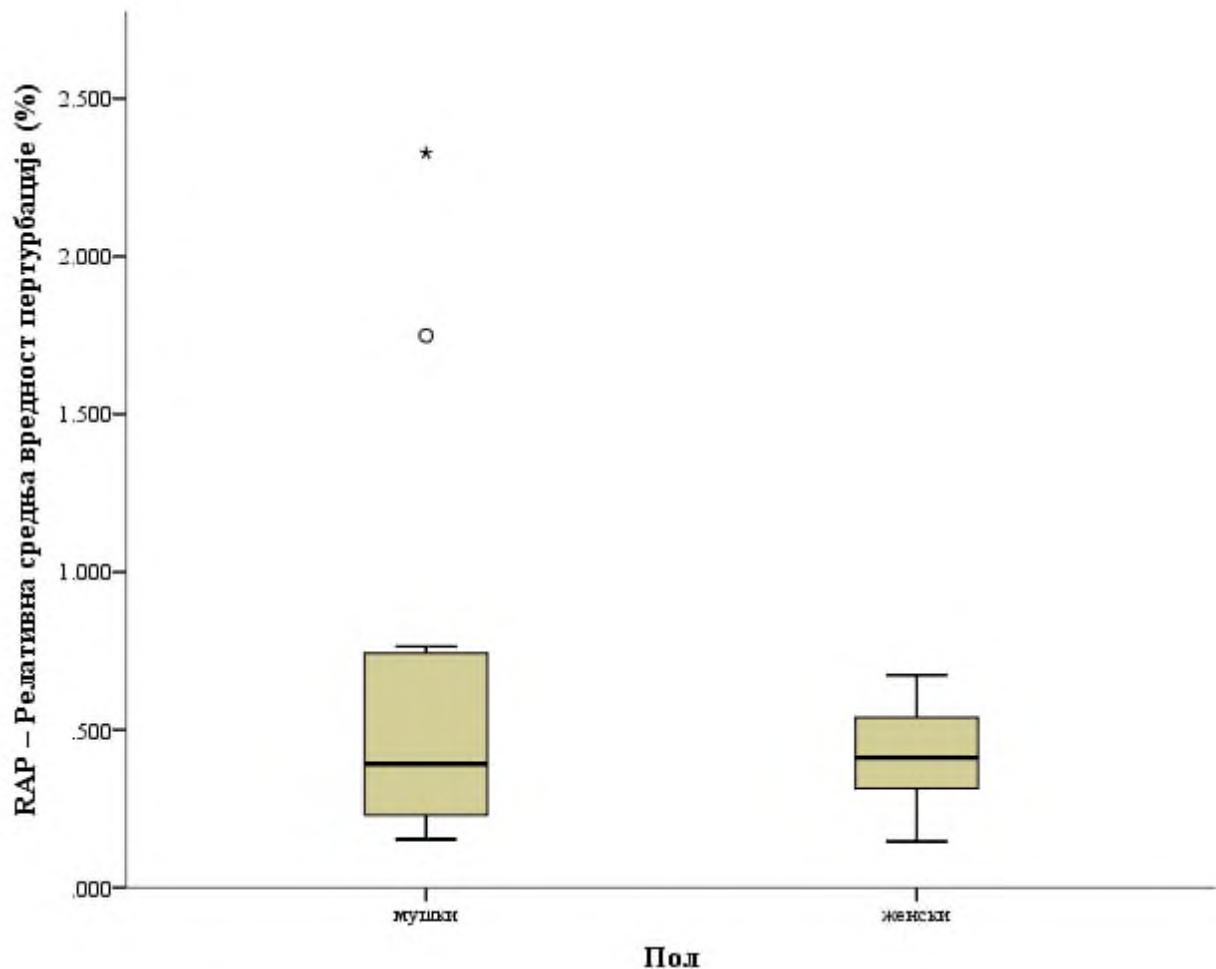
Графикон 4 представља приказ вредности акустичког параметра релативне средње вредности пертурбације – RAP, израженог у процентима (%). Када се упореде вредности параметра RAP, уочава се да су веће просечне вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (0,701% наспрам 0,419%). Медијалне вредности резултата су,

пак, дескриптивно веће у групи испитаника женског пола (0,412% наспрам 0,392%), док је распон резултата је већи у групи испитаника мушког пола што указује на већу дисперзију вредности. Ипак, значајност разлике ( $p$ ) износи 0,718 (Табела 3) чиме је искључена статистичка значајност у датом узорку.

		Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn (IQR)$	Просечан ранг	$z$	$p$
Акустички параметар гласа RAP	мушки	0,701 (0,707)	0,153	2,328	0,392 (0,537)	12,00	-0,361	0,718
	женски	0,419 (0,171)	0,146	0,673	0,412 (0,339)	11,00		

Напомена: RAP – Релативна средња вредност пертурбације (%).

Табела 3. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра RAP групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 4. Вредности акустичког параметра релативне средње вредности пертурбације – RAP (%) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра PPQ** групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Графикон 5 представља приказ вредности коефицијента пертурбације периода основне фреквенције – PPQ, израженог у процентима (%). Када се упореде вредности параметра PPQ, уочава се да су веће вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (0,706% наспрам 0,422%). Распон резултата је, такође, већи у групи

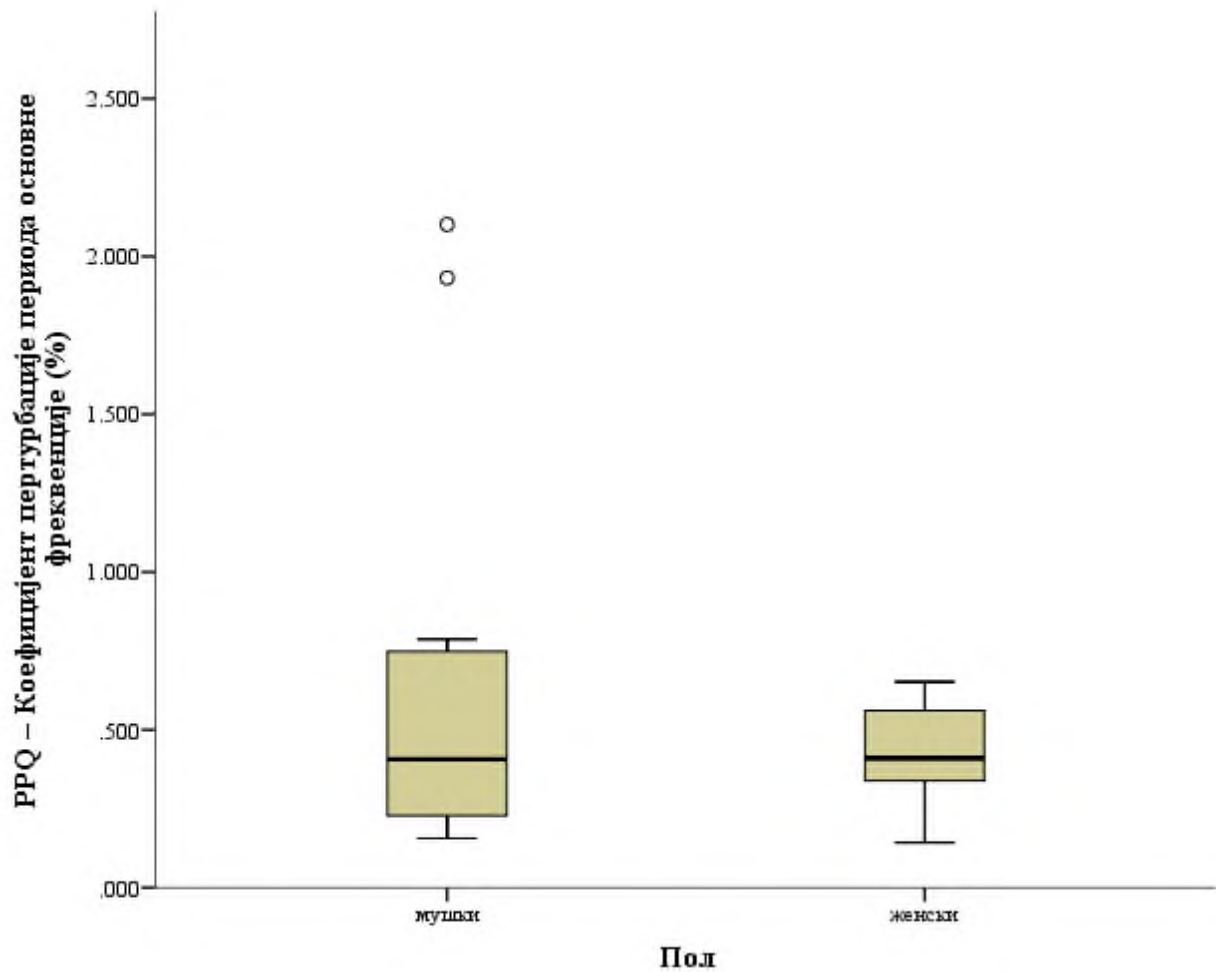


испитаника мушког пола што указује на већу дисперзију вредности. Међутим, значајност разлике ( $p$ ) износи 0,622 (Табела 4) чиме је искључена статистичка значајност описаног тренда у датом узорку.

		Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn (IQR)$	Просечан ранг	$z$	$p$
Акустички параметар гласа PPQ	мушки	0,706 (0,687)	0,156	2,101	0,407 (0,567)	12,18	-0,493	0,622
	женски	0,422 (0,162)	0,143	0,652	0,410 (0,291)	10,82		

*Напомена:* PPQ – Коефицијент пертурбације периода основне фреквенције (%).

*Табела 4. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра PPQ групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације*



Графикон 5. Вредности коефицијента пертурбације периода основне фреквенције –  $PPQ$  (%) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра  $vFO$**  групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

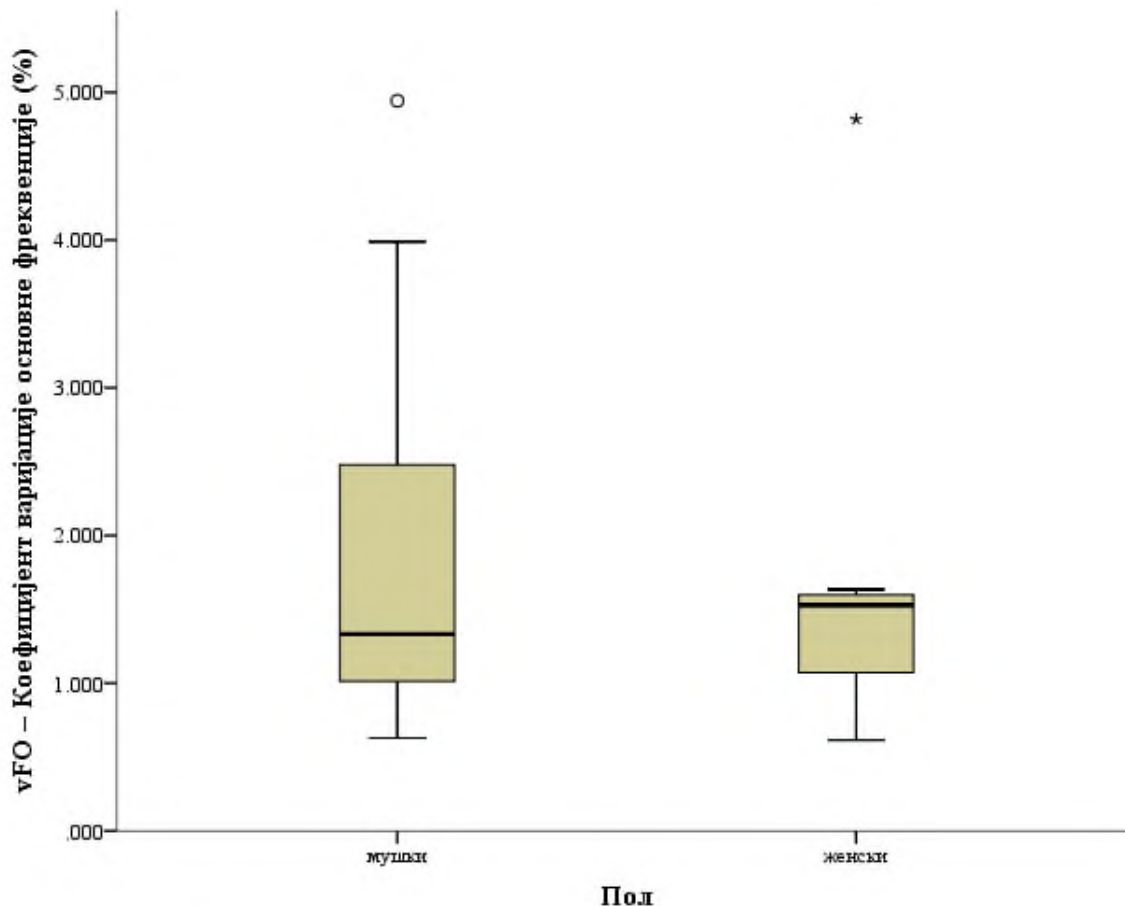
Графикон 6 представља приказ вредности коефицијента варијације основне фреквенције –  $vFO$ , израженог у процентима (%). Када се упореде вредности параметра  $vFO$ , уочава се да су веће просечне вредности забележене у групи испитаника мушког пола него у групи испитаника женског пола (2,014% наспрам 1,594%). Медијалне вредности резултата су, с

друге стране, веће у групи испитаника женског пола (1,529% наспрам 1,333%). Распон резултата је већи у групи испитаника мушког пола што указује на већу дисперзију вредности. Ипак, значајност разлике ( $p$ ) износи 0,670 (Табела 5) чиме је искључена статистичка значајност ове разлике у датом узорку.

		Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn (IQR)$	Просечан ранг	$z$	$p$
Акустички параметар гласа vFO	мушки	2,014 (1,399)	0,628	4,943	1,333 (1,788)	12,09	-0,427	0,670
	женски	1,594 (1,141)	0,614	4,818	1,529 (0,823)	10,91		

Напомена: vFO – Коефицијент варијације основне фреквенције (%).

Табела 5. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра vFO групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 6. Вредности коефицијента варијације основне фреквенције – vFO (%) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра Shim** групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

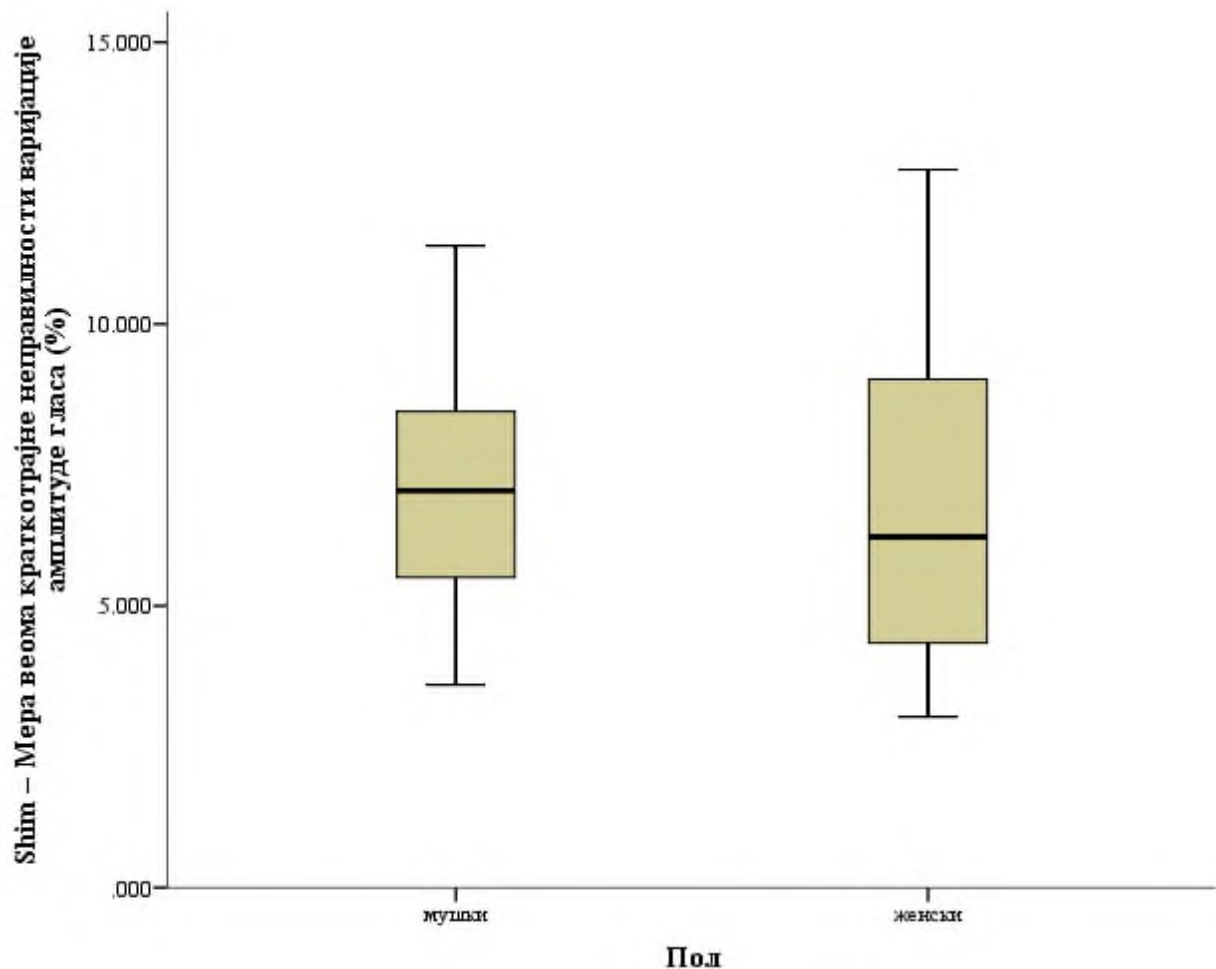
Графикон 7 представља приказ мере веома краткотрајне неправилности варијације амплитуде гласа – Shim, параметра израженог у процентима (%). Када се упореде вредности параметра Shim, уочава се да су веће вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (7,022% наспрам 6,703%). Распон резултата је, пак, већи у групи испитаника женског пола што указује на већу дисперзију вредности. Нађено је да

значајност разлике ( $p$ ) износи 0,533 (Табела 6) чиме је искључена статистичка значајност описаног тренда у датом узорку.

Акустички параметар гласа Shim	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn$ ( $IQR$ )	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	7,022 (2,207)	3,600	11,390	7,041 (3,440)	12,36	-0,624	0,533
	женски	6,703 (3,103)	3,030	12,740	6,224 (5,696)	10,64		

Напомена: Shim – Мера веома краткотрајне неправилности варијације амплитуде гласа (%).

Табела 6. Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра Shim** групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 7. Вредности мере веома краткотрајне неправилности варијације амплитуде гласа у процентима – Shim (%) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра APQ** групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

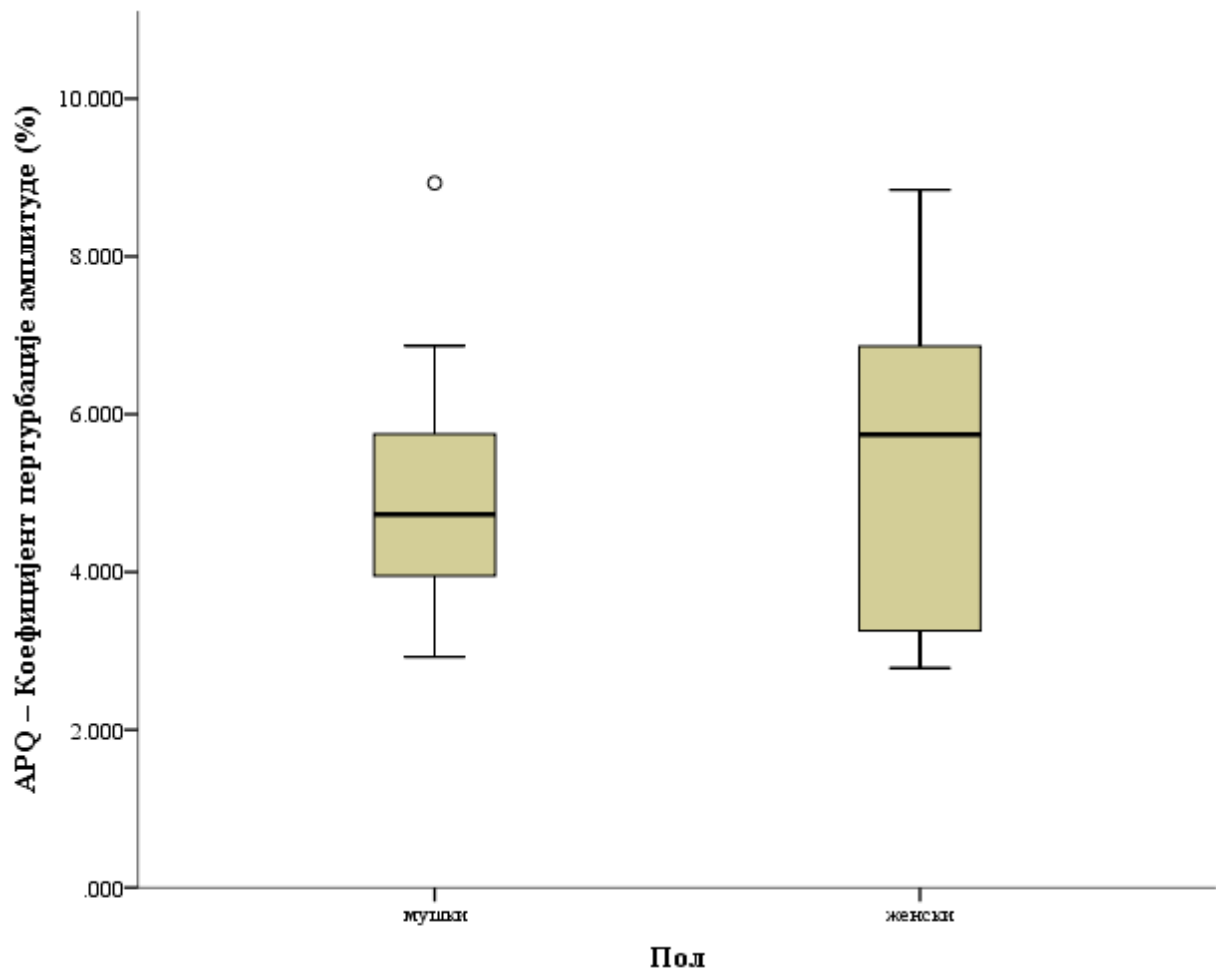
Графикон 8 представља приказ вредности коефицијента пертурбације амплитуде – APQ, параметра израженог у процентима (%). Када се упореде вредности параметра APQ, уочава се да су веће вредности забележене у групи испитаника женског пола него у групи испитаника мушког пола (5,232% наспрам 5,079%). Распон резултата је, такође, већи у

групи испитаника женског пола што указује на већу дисперзију вредности. Утврђено је да значајност ( $p$ ) износи 0,974 (Табела 7) чиме је искључена статистичка значајност разлике у датом узорку.

Акустички параметар гласа APQ	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn$ ( $IQR$ )	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	5,079 (1,763)	2,924	8,930	4,731 (2,348)	11,55		
	женски	5,232 (2,186)	2,782	8,843	5,741 (4,194)	11,45	-0,033	0,974

Напомена: APQ – Коефицијент пертурбације амплитуде (%).

Табела 7. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра APQ групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 8. Вредности коефицијента пертурбације амплитуде –  $APQ$  (%) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра  $sAPQ$**  групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације.

Графикон 9 представља приказ вредности коефицијента поравнања пертурбације амплитуде –  $sAPQ$ , параметра израженог у процентима (%). Када се упореде вредности параметра  $sAPQ$ , уочава се да су веће просечне вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (8,169% наспрам 7,664%). Медијана резултата је, пак, већа у

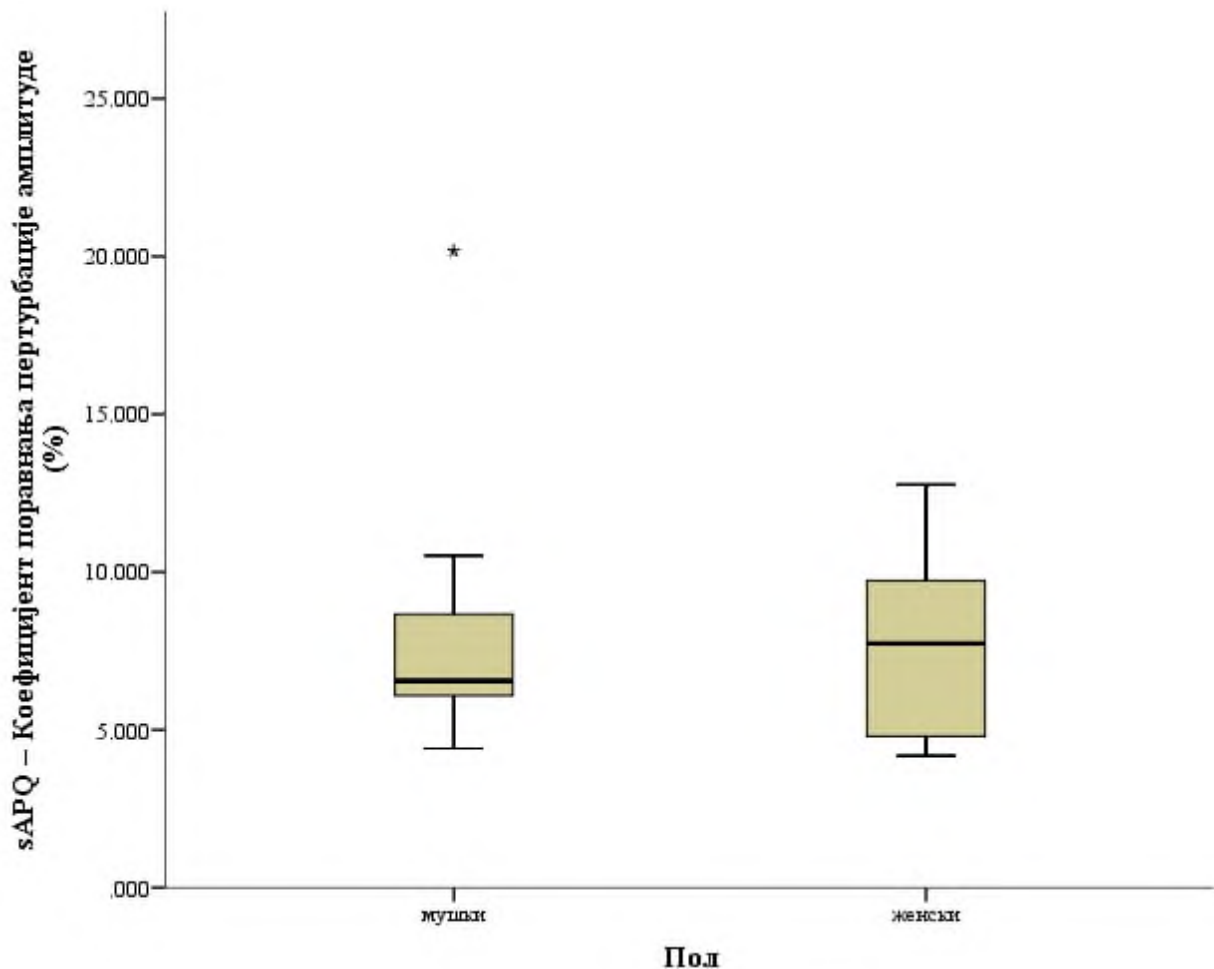


групи испитаника женског пола (7,734% наспрам 6,555%). Израчунато је да значајност ( $p$ ) износи 0,818 (Табела 8) чиме је искључена статистичка значајност разлике у датом узорку.

Акустички параметар гласа sAPQ	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn$ ( $IQR$ )	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	8,169 (4,392)	4,409	20,174	6,555 (4,183)	11,82	-0,230	0,818
	женски	7,664 (3,035)	4,179	12,776	7,734 (5,293)	11,18		

Напомена: sAPQ – Коефицијент поравнања пертурбације амплитуде (%).

Табела 8. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра sAPQ групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 9. Вредности коефицијента поравнања пертурбације амплитуде –  $sAPQ$  (%) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра  $vAm$**  групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације.

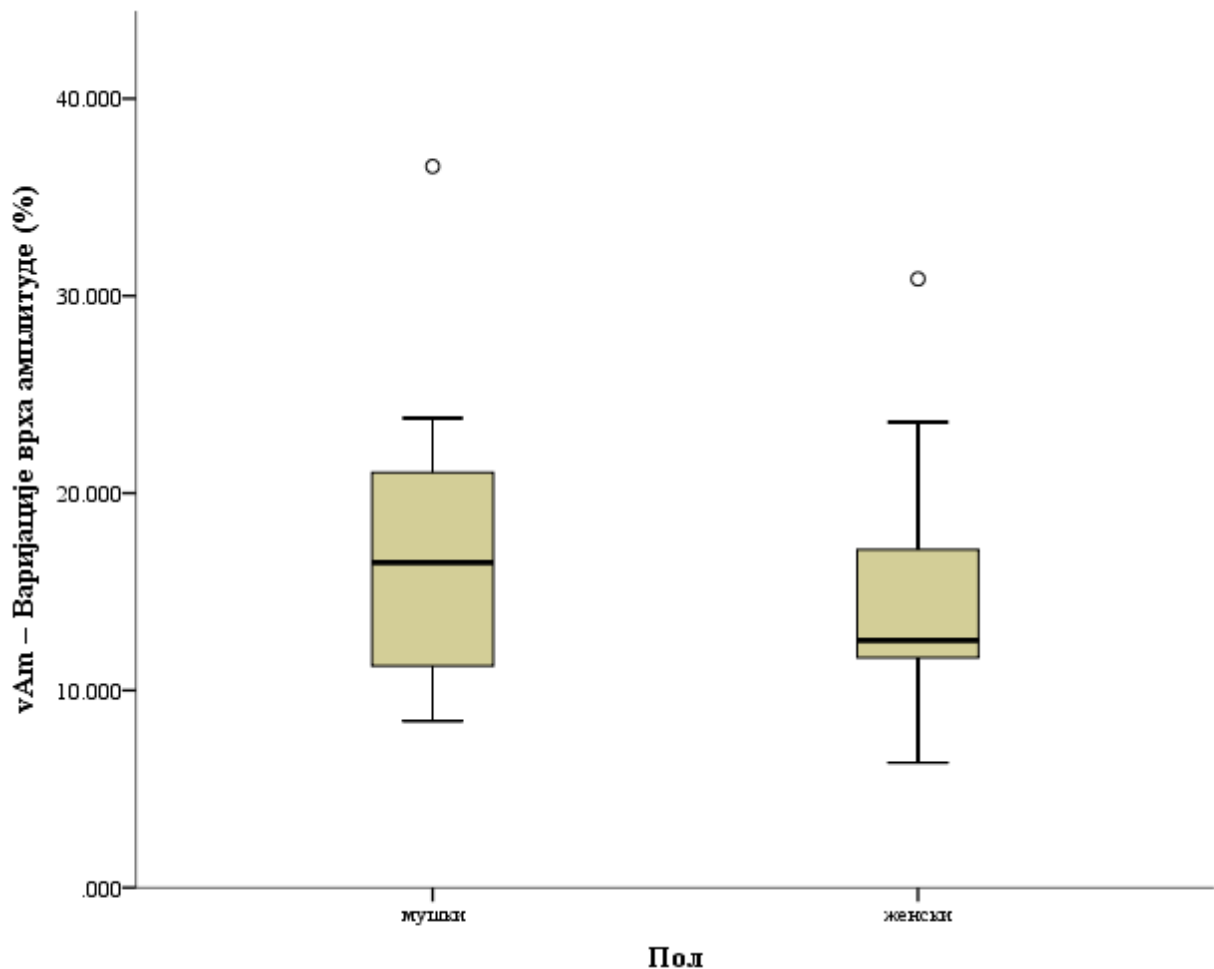
Графикон 10 представља приказ варијације врха амплитуде –  $vAm$ , параметра израженог у процентима (%). Када се упореде вредности параметра  $vAm$ , уочава се да су веће вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (17,880% наспрам 14,988). Распон резултата је, такође, већи у групи испитаника мушког пола. Компарација

је показала значајност разлике ( $p$ ) од 0,533 (Табела 9) чиме је искључена статистичка значајност у датом узорку.

Акустички параметар гласа $vAm$	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn$ ( $IQR$ )	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	17,880 (8,002)	8,442	36,564	16,474 (10,298)	12,36		
	женски	14,988 (6,994)	6,333	30,860	12,533 (6,421)	10,64	-0,624	0,533

Напомена:  $vAm$  – Варијација врха амплитуде (%).

Табела 9. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра  $vAm$  групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 10. Вредности варијације врха амплитуде у процентима –  $vAm$  (%) групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра NHR** групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације.

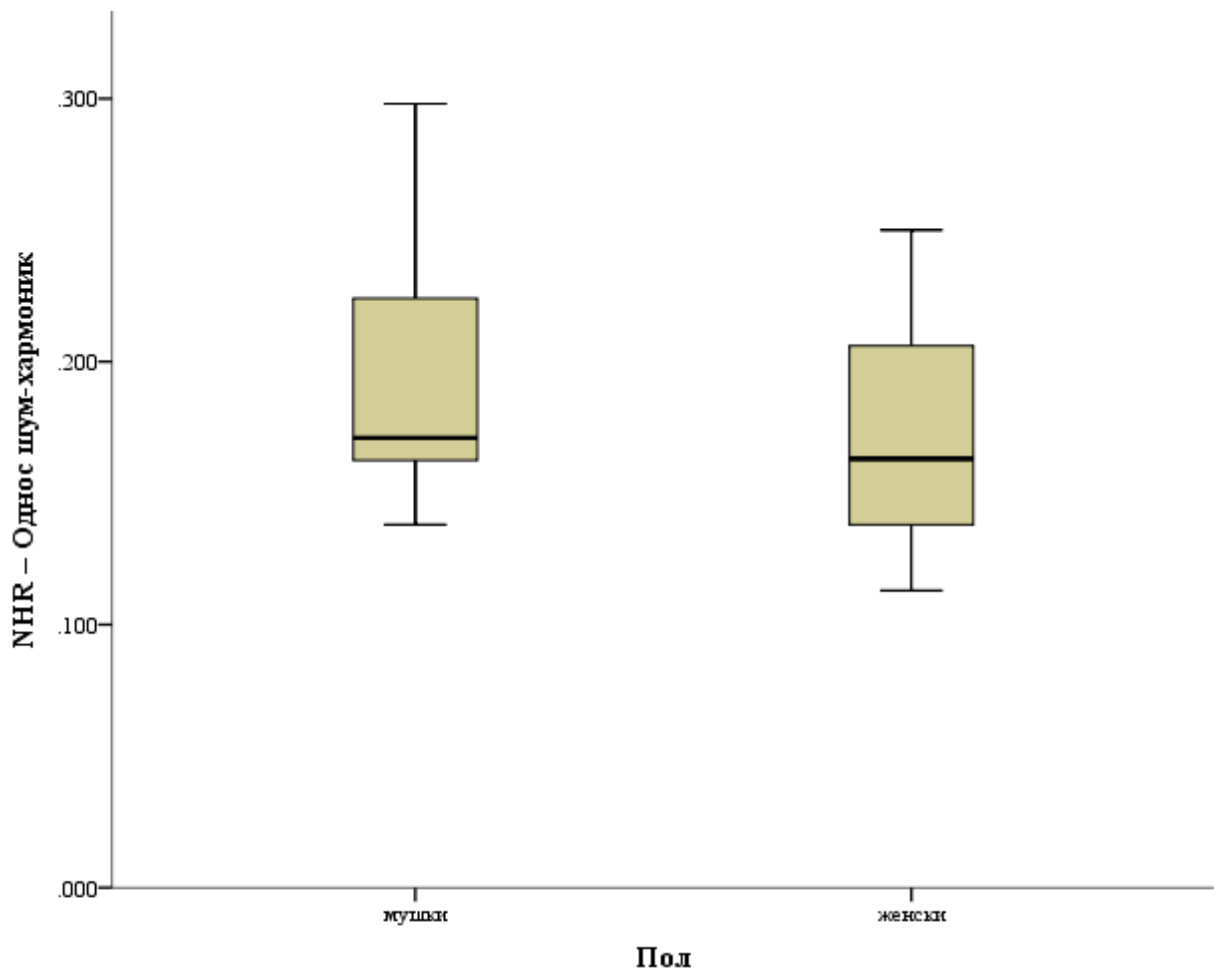
Графикон 11 представља приказ односа шум–хармоник – NHR. Када се упореде вредности параметра NHR, уочава се да су веће вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (0,194 наспрам 0,173). Распон резултата је, незнатно већи у групи

испитаника мушког пола. Компарација је показала значајност разлике ( $p$ ) од 0,293 (Табела 10) чиме је искључена статистичка значајност у датом узорку.

Акустички параметар гласа NHR	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn$ ( $IQR$ )	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	0,194 (0,050)	0,138	0,298	0,171 (0,078)	12,95		
	женски	0,173 (0,042)	0,113	0,250	0,163 (0,079)	10,05	-1,052	0,293

Напомена: NHR – Однос шум-хармоник.

Табела 10. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра NHR групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације.



*Графикон 11. Вредности односа шум-хармоник – NHR групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације*

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра VTI** групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације.

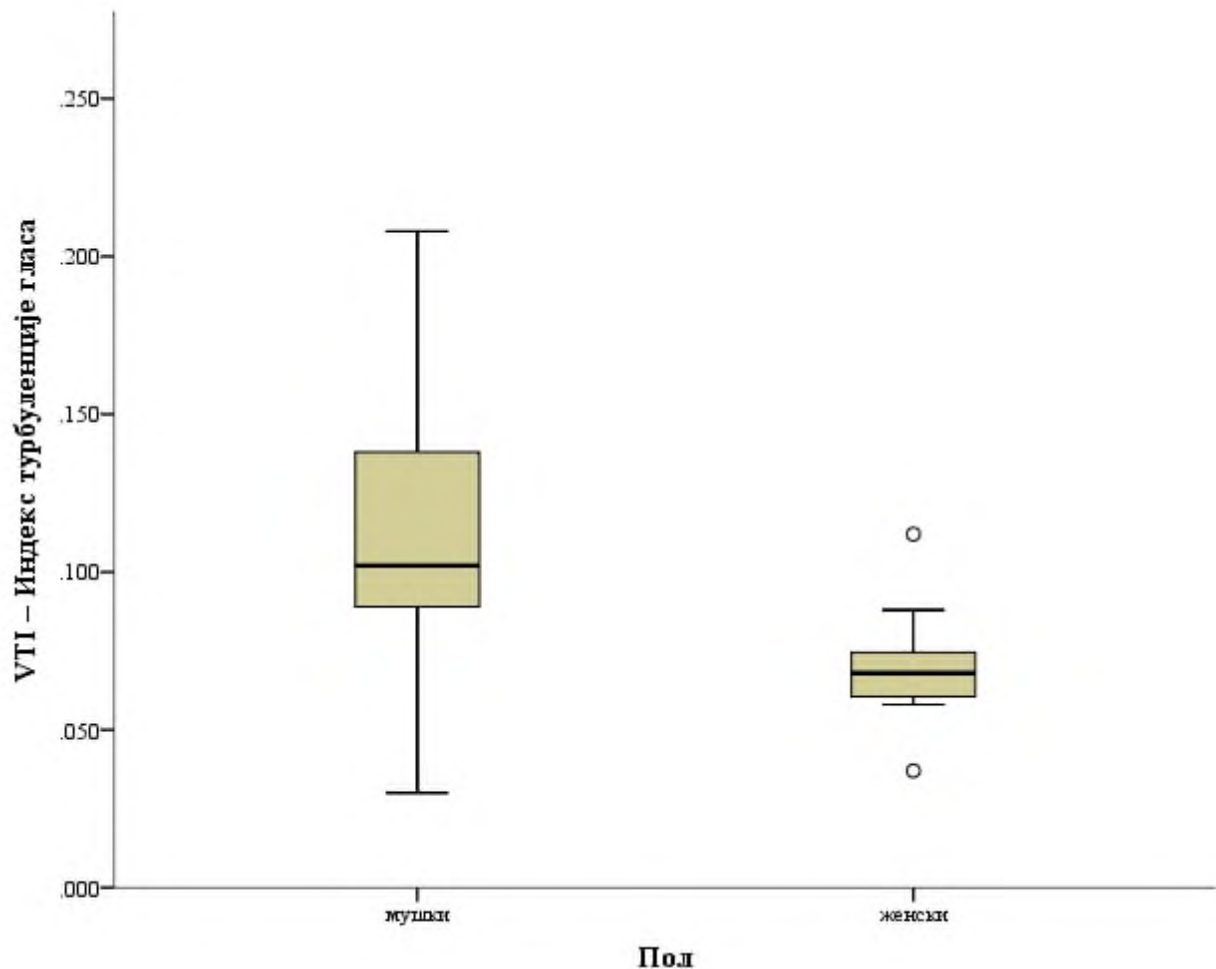
Графикон 12 представља приказ индекса турбуленције гласа – VTI. Када се упореде вредности параметра VTI, уочава се да су веће вредности забележене у групи одраслих

испитаника мушког пола него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (0,113 наспрам 0,070). Распон резултата је, такође, већи у групи испитаника мушког пола. Одатле, значајност разлике ( $p$ ) износи 0,006 (Табела 11) чиме је потврђена статистичка значајност описаног тренда у датом узорку на нивоу  $p < 0,01$ .

		Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn (IQR)$	Просечан ранг	$z$	$p$
Акустички параметар гласа VTI	мушки	0,113 (0,047)	0,030	0,208	0,102 (0,065)	15,27	-2,725	<b>0,006</b>
	женски	0,070 (0,019)	0,037	0,112	0,068 (0,019)	7,73		

Напомена: VTI – Индекс турбуленције гласа. Статистички значајна разлика је подебљана.

Табела 11. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра VTI групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације



*Графикон 12. Вредности индекса турбуленције гласа – VTI групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације*

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра SPI** групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације.

Графикон 13 представља приказ индекса пригушене фонације – SPI. Када се упореде вредности параметра SPI, уочава се да су знатно веће вредности забележене у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације (4,912 наспрам 2,694). Распон резултата је, такође, већи у групи испитаника женског пола. Значајност разлике ( $p$ ) износи 0,023

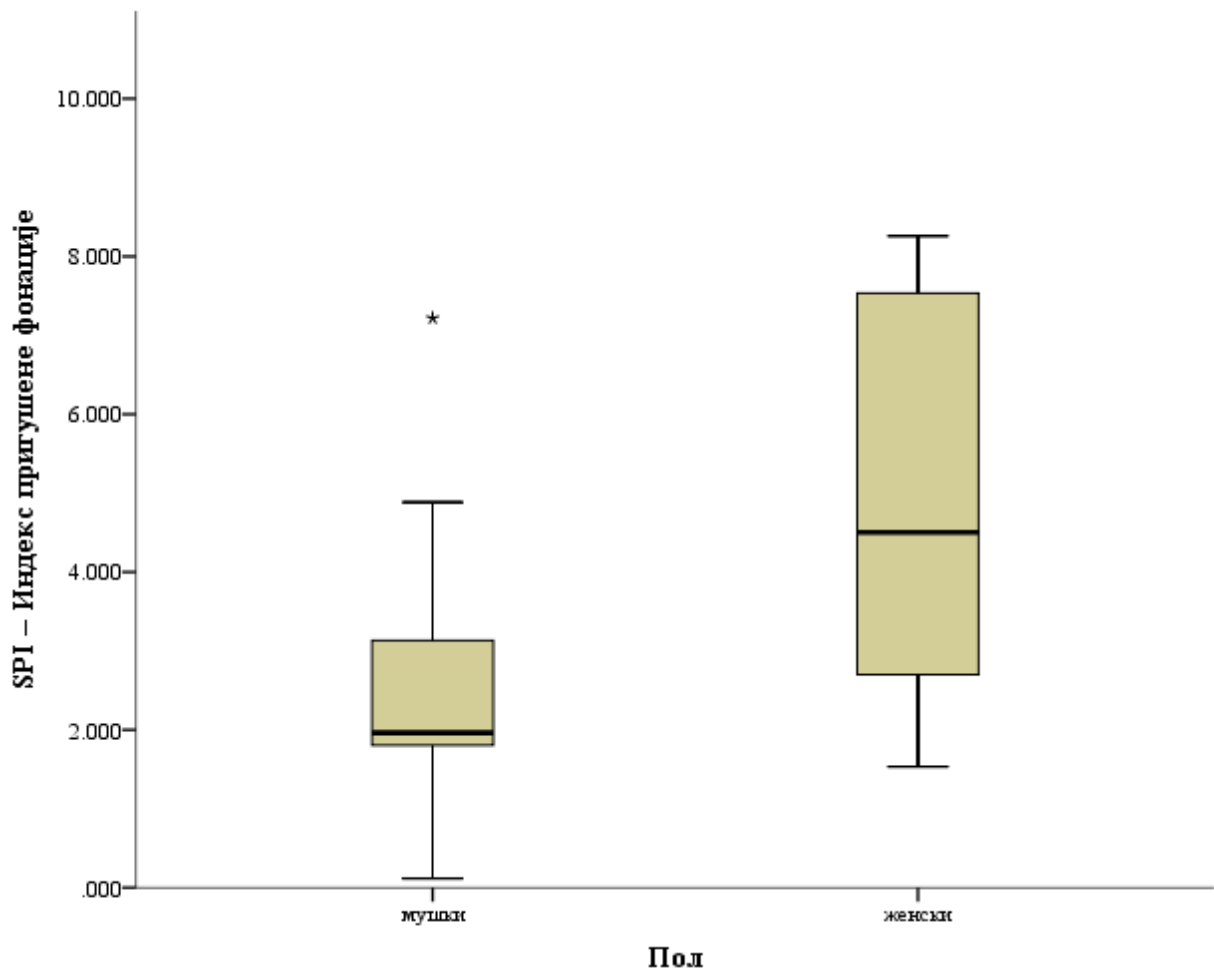


(Табела 12) чиме је потврђена статистичка значајност описаног тренда у датом узорку на нивоу  $p < 0,05$ .

Акустички параметар гласа SPI	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		<i>M (SD)</i>	Min	Max	<i>Mdn (IQR)</i>	Просечан ранг	<i>z</i>	<i>p</i>
	мушки	2,694 (1,939)	0,117	7,218	1,963 (1,995)	8,36	-2,265	<b>0,023</b>
	женски	4,912 (2,517)	1,534	8,259	4,502 (5,204)	14,64		

Напомена: SPI – Индекс пригушене фонације. Статистички значајно одступање је подебљано.

Табела 12. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра SPI групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације



*Графикон 13. Вредности индекса пригушене фонације – SPI групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације*

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра DVB** групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације

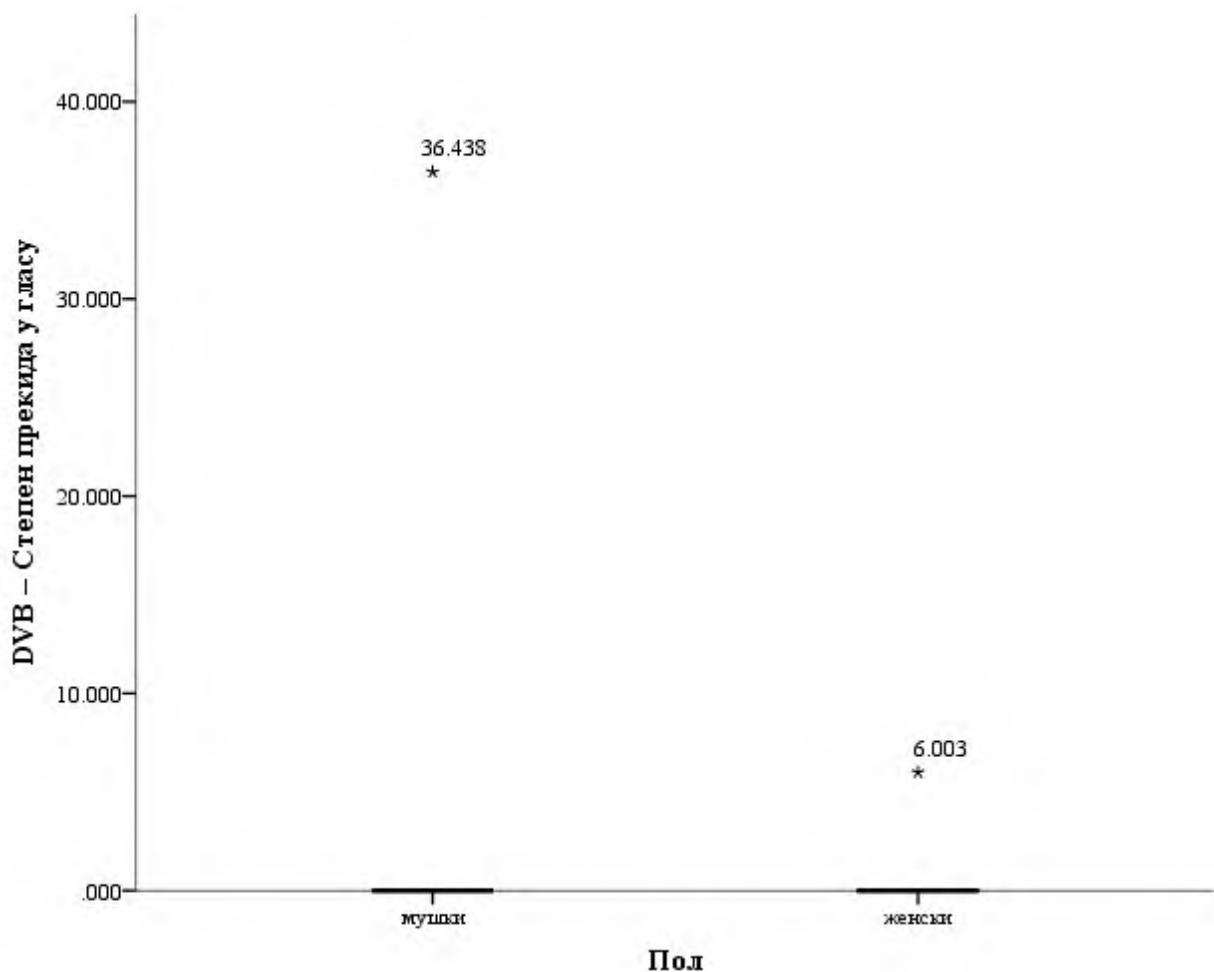
Графикон 14 представља приказ вредности акустичког параметра DVB који показује степен прекида у гласу, тачније однос између укупног трајања делова са прекидима у гласу и трајања комплетног узорка гласа. Када се упореде вредности параметра DVB, уочава се да су веће просечне вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког

пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (3,313 наспрам 0,546). Стога, израчуата је значајност ( $p$ ) од 0,948 (Табела 13) чиме је искључена статистичка значајност разлике у датом узорку.

Акустички параметар гласа DVB	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M (SD)$	Min	Max	$Mdn (IQR)$	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	3,313 (10,986)	0,000	36,438	0,000 (0,000)	11,55	-0,066	0,948
	женски	0,546 (1,810)	0,000	6,003	0,000 (0,000)	11,45		

Напомена: DVB – Степен прекида у гласу.

Табела 13. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра DVB групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 14. Степен прекида у гласу – DVB групе испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра DSH** групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације

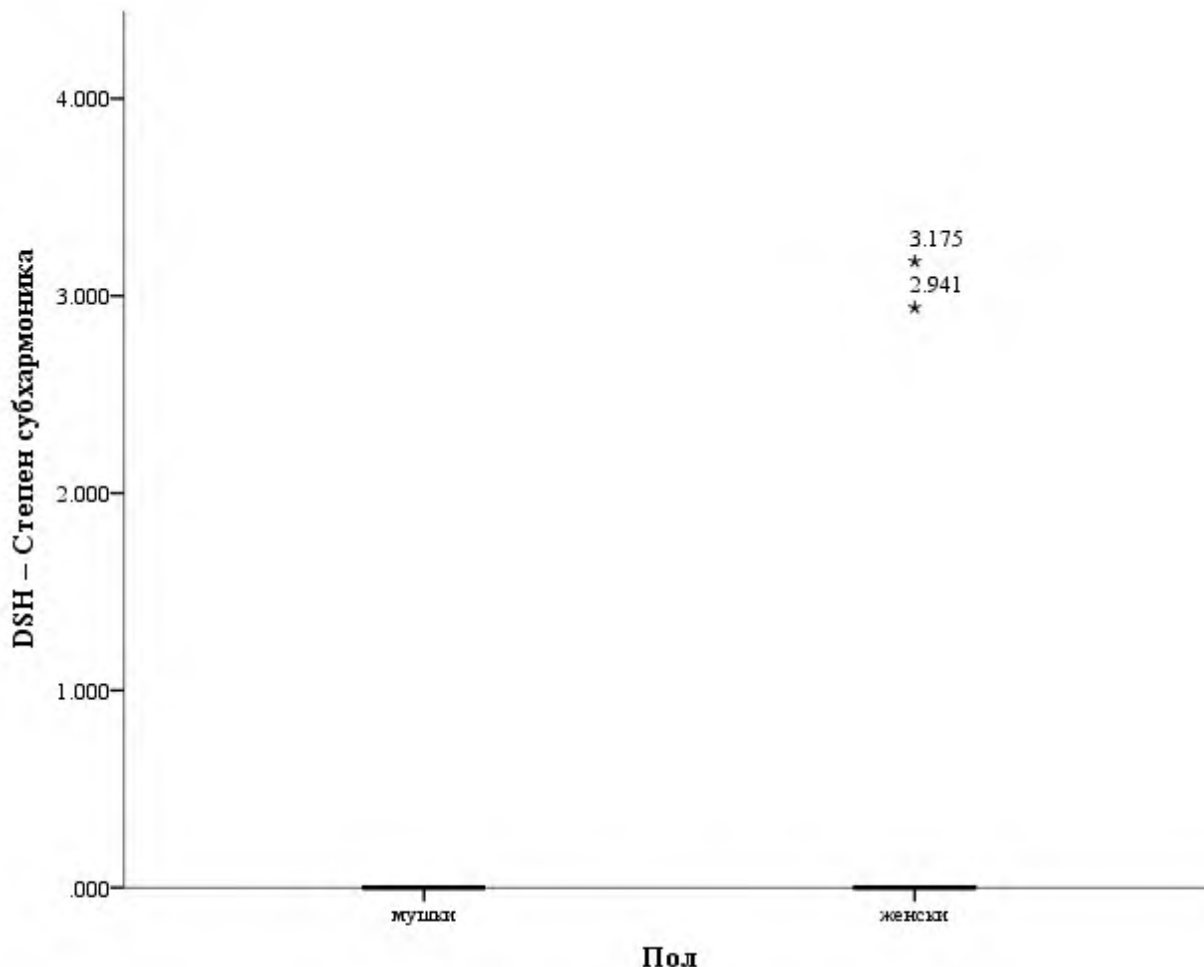
Графикон 15 представља приказ вредности акустичког параметра DSH који означава степен субхармоника, тачније однос броја аутокорељационих прозора са нетачном класификацијом периода са субхармоницима и укупног броја аутокорељационих прозора. Када се упореде вредности параметра DSH, уочава се да су веће вредности забележене у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације (0,556 наспрам 0,000). Важно је напоменути

да ни код једног испитаника мушког пола нису забележене вредности веће од 0,00. Израчуата је значајност ( $p$ ) од 0,148 (Табела 14) чиме је искључена статистичка значајност разлике у датом узорку.

Акустички параметар гласа DSH	Пол	Дескриптивна вредност				Компарација		
		$M$ ( $SD$ )	Min	Max	$Mdn$ ( $IQR$ )	Просечан ранг	$z$	$p$
	мушки	0,000 (0,000)	0,000	0,000	0,000 (0,000)	10,50		
	женски	0,556 (1,238)	0,000	3,175	0,000 (0,000)	12,20	-1,447	0,148

Напомена: DSH – Степен субхармоника.

Табела 14. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра DSH групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације



Графикон 15. Степен субхармоника – DSH групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације

Дескриптивне вредности и компарација вредности **акустичког параметра NVB** групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације.

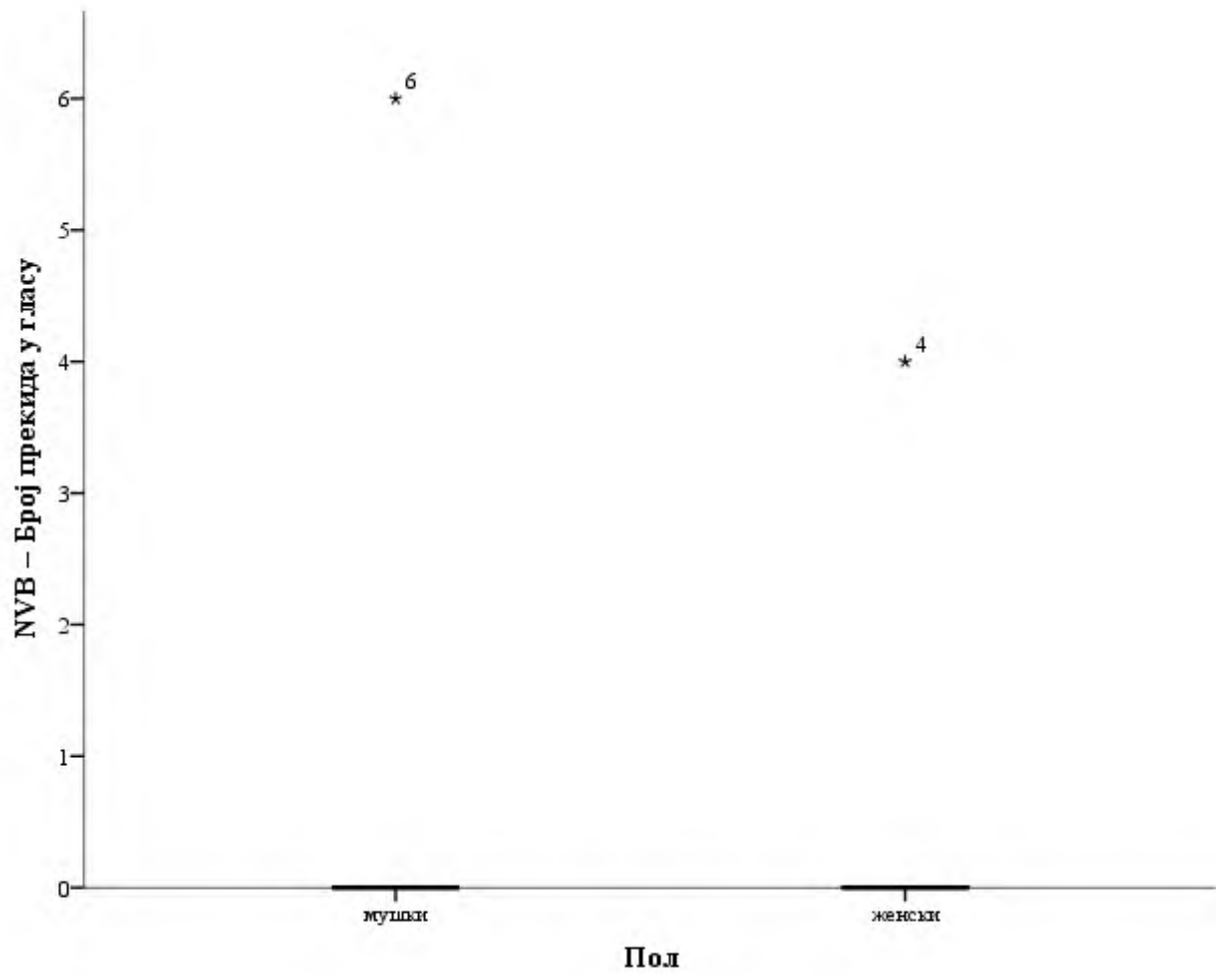
Графикон 16 представља приказ вредности акустичког параметра NVB који показује број прекида у гласу, односно број прекида периода основне фреквенције у узорку гласа. Када се упореде вредности параметра NVB, уочава се да су веће вредности забележене у групи одраслих испитаника мушког пола, типичне популације него у групи одраслих испитаника женског пола, типичне популације (0,545 наспрам 0,364). Овде, израчуата је значајност ( $p$ )

од 0,948 (Табела 15) чиме је искључено да постоји статистичка значајност разлике у датом узорку.

		Дескриптивна вредност				Компарација		
		<i>M (SD)</i>	Min	Max	<i>Mdn (IQR)</i>	Просечан ранг	<i>z</i>	<i>p</i>
Акустички параметар гласа NVB	мушки	0,545 (1,809)	0,000	6,000	0,000 (0,000)	11,55	-0,066	0,948
	женски	0,364 (1,206)	0,000	4,000	0,000 (0,000)	11,45		

Напомена: NVB – Број прекида у гласу.

Табела 15. Дескриптивне вредности и компарација вредности акустичког параметра NVB групе одраслих испитаника мушког пола и групе одраслих испитаника женског пола, типичне популације



*Графикон 16. Број прекида у гласу – NVB групе одраслих испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, типичне популације*



## 6.5. Дискусија

Основни циљ овог истраживања је био утврђивање утицаја хормона на квалитет гласа код одраслих особа, типичне популације.

Постављени су следећи задаци истраживања: утврдити акустичке карактеристике гласа код особа мушког пола, утврдити акустичке карактеристике гласа код особа женског пола, као и утврдити да ли постоје статистички значајне разлике у вредностима анализираних параметара гласа код одраслих мушких и женских испитаника типичне популације. Истраживањем је обухваћено укупно 22 испитаника, оба пола, старости од 23 до 28 година живота, типичне популације. Прву групу је чинило 11 (50,0%) испитаника мушког пола, док је другу групу чинило 11 (50,0%) испитаника женског пола. Код свих испитаника урађена је Мултидимензионална компјутерска анализа гласа и говора.

Када се упореде дескриптивне вредности параметра  $F_0$  групе испитаника мушког пола и групе испитаника женског пола, статистичка анализа је потврдила постојање статистичке значајности. Уочава се да су знатно веће вредности у групи испитаника женског пола (197,953 Hz наспрам 114,775 Hz). Истовремено, распон резултата је већи у групи испитаника женског пола што указује на већу дисперзију вредности.

Параметар Jitter је апсолутна мера и зависи од средње вредности основне фреквенце гласа, тако да се референтне вредности Jittera код мушкараца и жена разликују. Када се упореде вредности параметра Jitt, који показује фреквенцијско-цикличне осцилације у гласу у процентима, уочава се да су веће просечне вредности забележене у групи испитаника мушког пола него у групи испитаника женског пола (1,150% наспрам 0,709%). Вредности испитиваних параметара су више код групе испитаника мушког пола, али не у мери која би била статистички значајна.

Статистички значајне разлике не запажамо ни у групи параметара који се односе на варијабилност интензитета (Shim, APQ, sAPQ, vAM), између испитаника мушког и женског пола. На основу добијених резултата можемо закључити да су вредности параметара који описују интензитетске карактеристике (Shim, APQ, sAPQ) више код испитаника женског, него код испитаника мушког пола, сем за варијаблу vAM, код које су уочене веће вредности код испитаника мушког у односу на испитанике женског пола.

Када смо анализирали добијене резултате параметара везаних за број прекида у гласу (NVB), субхармонике (DSH) и степен прекида у гласу (DVB), можемо закључити да не постоје статистички значајне разлике ових параметара код испитаника мушког и женског пола.

Такође смо анализом добијених резултата утврдили да не постоје статистички значајне разлике параметара процене шума и тремора у гласу (NHR) код испитаника мушког и женског пола.

Када смо анализирали добијене резултате за параметар VTI (индекс турбуленције гласа) пронађене су статистички значајне разлике између испитаника мушког и женског пола. Веће вредности су забележене у групи испитаника мушког пола него у групи испитаника женског пола (0,113 наспрам 0,070). Распон резултата је, такође, већи у групи испитаника мушког пола.

Анализом добијених резултата за вредност параметра SPI (индекс пригушене фонације) такође су утврђене статистички значајне разлике између испитаника мушког и женског пола. Знатно веће вредности забележене су у групи испитаника женског пола него у групи испитаника мушког пола (4,912 наспрам 2,694). Распон резултата је, такође, већи у групи испитаника женског пола. Значајност разлике ( $p$ ) износи 0,023.

На основу ових резултата, закључујемо да иако статистички значајне разлике постоје само за вредности три параметра ( $f_0$ , VTI, SPI), разлике у вредностима осталих параметара између одраслих особа мушког и одраслих особа женског пола, постоје. На основу тога је потврђена хипотеза да хормони утичу на квалитет гласа код одраслих особа типичне популације.

## 7. Закључак

На основу анализе добијених резултата изведени су следећи закључци:

1. Уочене су статистички значајне разлике у вредностима параметра основне фреквенције између одраслих испитаника мушког и женског пола, типичне популације (197,953 Hz наспрам 114,775 Hz).
2. Нису уочене статистички значајне разлике у вредностима параметара варијабилности фреквенције (Jitt, RAP, PPQ, VFO) између одраслих испитаника мушког и женског пола, типичне популације. Вредности испитиваних параметара су више код групе испитаника мушког пола, али не у мери која би била статистички значајна.
3. Статистички значајне разлике не запажамо ни у групи параметара који се односе на варијабилност интензитета (Shim, APQ, sAPQ, vAM), између одраслих испитаника мушког и женског пола, типичне популације. На основу добијених резултата можемо закључити да су вредности параметара који описују интезитетске карактеристике (Shim, APQ, sAPQ) више код испитаника женског, него код испитаника мушког пола, сем за варијаблу vAM, код које су уочене веће вредности код испитаника мушког у односу на испитанике женског пола.
4. Анализирајући добијене резултате параметара везаних за број прекида у гласу (NVB), субхармонике (DSH) и степен прекида у гласу (DVB), можемо закључити да не постоје статистички значајне разлике ових параметара код одраслих испитаника мушког и женског пола, типичне популације.
5. Анализом добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике параметара процене шума и тремора у гласу (NHR) код одраслих испитаника мушког и женског пола, типичне популације.
6. За вредност параметра VTI (индекс турбуленције гласа) пронађене су статистички значајне разлике између одраслих испитаника мушког и женског пола, типичне популације.

7. За вредност параметра SPI (индекс пригушене фонације) такође су утврђене статистички значајне разлике између одраслих испитаника мушког и женског пола, типичне популације.

## Литература

- Петровић-Лазих, М., *Вокална рехабилитација гласа*, Нова научна, Београд, 2008.
- Петровић-Лазих М., Бабац, С., Васић, М. *Резонатори гласа*, Нова научна, Београд, 2012.
- Петровић-Лазих, М., Иванковић, З., *Атлас говора и слушања*, Београд, 2004.
- Петровић-Лазих, М., Косановић, Р., Васић, М. (2003). *Рехабилитација ларингектомираних болесника*, Монографија, Научна књига, Београд
- Петровић-Лазих, М. (2015). *Поремећаји гласа код вокалних професионалаца*, Монографија, Нова научна, Београд.
- Керамитчиевски, С. (1990). Општа логопедија, Научна књига, Београд.
- Керамитчиевски, С. (1989): Фонопедија, Научна књига, Београд
- Kadakia S., Carlson D., T. Sataloff R., *The Effect of Hormones on the Voice*, 2015.
- Hari Kumar, K. V., Garg, A., Ajai Chandra, N. S., Singh, S. P., & Datta, R. (2016). Voice and endocrinology. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 20(5), 590–594. doi:10.4103/2230-8210.190523
- Јовановић-Симић Н., *Атипичан језички развој*, Друштво дефектолога Србије, Београд, Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију, Београд 2009.
- Јовичић, С. (1999). *Говорна комуникација: физиологија, психоакустика и перцепција*. Наука, Београд
- Милутиновић, З., *Клинички атлас поремећаја гласа*, Завод за уџбенике и наставна средства, Суботица, 1997.